

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Singla dan Chawla (2008) menjelaskan kandungan *fly ash* pada penelitian menggunakan epoxy sebagai matrik, pada kandungan *fly ash* yang diteliti yaitu mengandung *silica* (59,05%), *alumina* (20,3%), FeO/Fe₂O₃ (6,5%) dan sisa kandungan *fly ash* yaitu FeO, MgO dan batubara yang tidak terbakar sempurna. Sedangkan menurut Nidal, dkk., (2015) meneliti PVC foam sebagai matrik dan *fly ash* sebagai zat penguat. *Fly ash* yang digunakan mengandung SiO₂, 3Al₂O₃, 2SiO₂, Fe₂O₃, Fe₃O₄, CaO, CaSO₄ dan 2H₂O. Penelitian yang dilakukan menggunakan pembakaran batubara secara sempurna, maka dari itu menghasilkan berbagai jenis unsur kimia yang dapat memperkuat kualitas PVC foam yang diteliti. Peneliti menggunakan variasi konsentrasi *fly ash* sebesar 0phr, 6phr, 9phr, 12phr, 25phr, dan 40phr. Peneliti menggunakan kekuatan *impact* dan *tensile* untuk mengetahui nilai kekuatan yang dimiliki setiap variasi, seperti pengujian *impact* nilai tertinggi pada variasi 0phr/tanpa tambahan *fly ash* yaitu dengan nilai 3 (KJ/m²) dan pengujian *tensile* nilai tertinggi pada variasi 40phr yaitu dengan nilai 330 (Mpa). Sayhan (2010) penggunaan *fly ash* sebagai bahan *filler* alternatif di PVC-Plastisols dimana kesimpulan yang di dapat yaitu: Perilaku reologi dari plastisol PVC terbang dan plastisol sifat mekanik dari produk akhir telah diselidiki. Konsentrasi kalsit (CaCO₃) dan *fly ash* yang berbeda dimuat ke plastisols PVC sebagai pengisi. Reologi adalah properti penting untuk teknologi lapisan karena itu efek sifat permukaan polimer. *Fly ash* sulit bercampur dari pada kalsit, karena kalsit adalah pengisi umum digunakan dalam teknologi coating. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, plastisols memiliki tingkat viskositas yang tinggi dan situasi ini membuat sulit untuk mesin bekerja. Konsentrasi tinggi *fly ash* menjadi lebih buruk kualitas permukaan. Sifat mekanik dari *fly ash* pengisi PVC film lebih baik daripada yang lain. Ketika konsentrasi semua jenis pengisi meningkat, perilaku mekanis menjadi lebih lemah daripada sebelumnya.

Mathebula, dkk., (2015) meneliti karakteristik abu batubara yang diubah oleh natrium lauril sulfat (SLS) untuk aplikasi komposit *Polyvinyl Chloride* (PVC) yang menghasilkan nilai yang tinggi pada percobaan paduan *filler loading* 70% dengan komposisi PVC/4%SLS/FA dengan relative density 1,4772 (g/cm^3), tetapi pada pengujian tensile memiliki nilai yang terendah yaitu berkisar 9,4-9,7 (Mpa). Nilai yang tinggi pada pengujian tensile terdapat pada paduan *filler loading* 30% dengan komposisi PVC/ CaCO_3 memiliki nilai 15.6-13 (Mpa).

White, dkk., (2009) meneliti *Polyvinly Alcohol* (PVA) dengan zat penguat *fly ash* menggunakan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Penelitian yang dilakukan memfokuskan pada variasi 0%, 5% dan 25% pada pengujian panas pada komposit PVA/FA, dimana pada variasi 25% dengan nilai memiliki ketahanan suhu yang besar di bandingkan yang 0% dan 5%. Pada pengujian variasi 0% *fly ash* dan 20% *fly ash* memiliki nilai yang mendekati sama, hanya yang lebih unggul di 20% *fly ash*, karena adanya tambahan *fly ash* membuat kekuatan tarik menjadi lebih kuat tetapi tidak fleksibel. Selanjutnya, Ismail dan Kheong (2008) meneliti sifat mekanis *Polyvinyl Chloride rigid* sebagai matrik, *Acryloritrile Conten (Nitrile Butadine Rubber)* sebagai zat pengisi dan *fly ash* sebagai zat penguat. Peneliti menggunakan mesin *Hot Press Molding* untuk mencetak specimen dan menggunakan pengujian impact untuk mengetahui kualitas variasi yang diuji.

Sedangkan, Vaddi, dkk., (2016) meneliti percampuran antara *Polyvinyl Chlorida*, *fly ash*, *mica (muscovite powder)*, dan ABS. Peneliti menggunakan empat sampel yang memiliki variasi yang berbeda, pada tabel 2.1 presentase berat sampel komposit memiliki variasi seperti berikut:

Tabel 2. 1 Presentase Berat Sempel Komposit (Vaddi, dkk.,2016)

Sample No	Composition	Weight Percentage %			
		PVC	Fly ash	Mica	ABS
S1	PVC+ABS	90	-	-	10
S2	PVC+ABS+Fly ash	82	10	-	8
S3	PVC+ABS+Mica	85	-	3	12
S4	PVC+ABS+Mica+Fly ash	85	5	3	7

Peneliti menggunakan mesin injeksi molding untuk membuat spesimen yang akan di uji dan menggunakan berbagai alat pengujian yaitu: uji kekerasan, uji impak, uji kekuatan tahan terhadap cairan kimia asam dan basa, uji bakar, dan uji penyerapan air. Setiap spesimen memiliki nilai tertinggi pada setiap pengujian seperti S2 dan S4 memiliki nilai yang sama pada pengujian impak, sampel S1 memiliki nilai tertinggi pada uji kekerasan, spesimen yang kuat terhadap cairan kimia asam dimiliki pada sampel S4 dan pada cairan kimia basa dimiliki oleh sampel S3, pada pengujian bakar semua sampel terbakar dengan sempurna pada temperature 200°C, dan uji penyerapan air di miliki oleh sampel S4.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Polyvinyl Chloride

Polyvinyl Chloride atau yang biasa disingkat PVC adalah salah satu jenis unsur kimia Polimer Termoplastik berfungsi sebagai cairan kimia yang memiliki berat molekul yang kecil, dan dapat menjadi lunak apabila dipanaskan dan menjadi mengeras bila didinginkan. Sifat PVC sangat fleksible dan mudah diregangkan. Pembentukan PVC didapatkan dengan melakukan polimerisasi gas etilen dan *vinyl chloride*.

Pada *Polyvinyl Chloride* biasanya di tambahkan zat aditif, yang dimana zat aditif adalah zat pengisi (*filler*) yang dapat memperbaiki kualitas polimer tersebut menjadi lebih baik, jenis zat aditif ada yang berupa serbuk (*powder*) atau berupa cairan yang dapat langsung di tambahkan pada serbuk polimer, seperti PVC fleksibel, tahan terhadap suhu tinggi dan *fire retardant*.

Fire retardant adalah suatu sifat yang membuat polimer tidak mudah terbakar api ke seluruh komponen polimer, seperti contoh PVC di dekatkan api akan menyala pada komponen PVC, lalu apabila dijauhkan maka api pada PVC tersebut akan padam, sifat *fire retardant* sangat berguna untuk kebutuhan manusia dari segi konstruksi pembangunan rumah dan konstruksi kendaraan bermesin.

Jenis plastic PVC ini dapat di temui di berbagai jenis barang yang digunakan di bidang konstruksi, perabotan rumah tangga, dan lain-lain, karena penggunaan bahan PVC untuk mengurangi jumlah penggunaan kayu dan besi, perlu diketahui bahwa semakin lama bahan berjenis kayu dan besi akan berkurang. Pada dasarnya bahan PVC digunakan untuk pembuatan pipa yang mengalirkan air dari satu titik ke titik lainnya atau pembuatan pot tanaman, ember dan lainnya.

Jaman semakin berkembang juga penggunaan plastik di dunia, meskipun plastik menjadi limbah terbesar yang menjadi masalah dunia dan jenis plastic PVC memiliki ciri khas sendiri, apabila jenis plastik lain memiliki ciri khas *recycle product* atau biasa di sebut daur ulang, namun jenis PVC memiliki ciri *recycle life time* atau yang bisa di sebut mengolah PVC menjadi produk yang berbeda dengan menambah umur pakai PVC tersebut. *Recycle life time* itu seperti, PVC dibuat menjadi sebuah pintu berbahan plastik, setelah umur pakai pintu plastik tersebut akan habis lalu diolah menjadi pot tanaman, dan seterusnya menjadi bahan yang paling akhir yaitu serabut plastic berbahan PVC yang menjadi pembersih kaki atau keset.

Jenis plastik PVC ada berbagai macam digolongkan dari jumlah rantai ikatan monomer yang saling mengikat, apabila semakin panjang rantai ikatan monomer tersebut maka semakin gatas dan ulet plastic PVC tersebut. PT Asahimas Chamical memiliki berbagai jenis PVC, sebagaimana kualitas dan kebutuhan konsumen yang diminta, jenis PVC yang rantai pendek dengan kelenturan yang tinggi sampai jenis PVC rantai panjang yang khusus digunakan untuk produk yang ulet dan getas.

2.2.2 Polyvinyl Chloride Grade K-65R

PVC K-65R adalah tingkatan grade PVC terkeras yang diproduksi oleh PT.Asahimas Chemical (PT.ASC). Pada kode K-65R yang bermakna *Rigid* atau yang bersifat kaku dan tebal. Pada dasarnya produk ini digunakan untuk pipa, profile dan lain-lain yang memiliki sifat kaku dan tebal. PVC ini memiliki rantai terpanjang pada tingkatan rigid, apabila rantai panjang maka tingkat kekakuan dan kekerasannya tinggi. Gambar 2.1 bentuk serbuk PVC dan tabel 2.2 merupakan spesifikasi PVC tersebut:



Gambar 2. 1 Serbuk PVC Grade K-65R

Tabel 2. 2 Spesifikasi Resin Polyvinyl Chloride K-65R

(www.motachem.com)

Properties	ASTM Testing	Units	Values
Resin Properties			
Inherent Viscosity	MF1 ₂ D 1243		0.90
"K" Value	DIN 53726		65
Relative Viscosity			2.16
Specific Gravity	D792		1.4
Bulk Density	D1895	gms/cc	0.56
	D1895	lbs/cu ft	35
Particle Size	40 Mesh	% Max	99
	200 Mesh	% Max	4
Volatiles		% Max	0.3

(1) MD = Machine Direction and TD = Transversal Direction

2.3 Senyawa Pengisi Aditif Polimer

Plastik yang biasa ditemui di sekitar biasanya jenis plastik campuran atau tidak murni plastik jenis tersebut, karena plastik murni itu tidak sepenuhnya

sempurna sesuai kebutuhan permintaan konsumen atau masyarakat. Plastik akan membutuhkan zat pengisi (aditif) yang menjadikan plastik tersebut sempurna dan dapat diterima oleh masyarakat. Aditif adalah senyawa kimia yang bila ditambahkan akan menambah kualitas baik secara kimia maupun fisika pada plastik tersebut.

Berdasarkan fungsinya, senyawa aditif polimer dapat dibagi beberapa kelompok yaitu:

1. Bahan Pelunak (*Plasticizer*), fungsinya untuk mengubah sifat mekanik polimer, semakin tinggi modulus young yang dimiliki jenis plastik tersebut maka akan semakin kaku, apabila ditambahkan bahan pelunak (*Plasticizer*) maka kekakuan dan temperature transisi bahan plastik tersebut akan menurun.
2. Bahan Penyetabil (*Stabilizer*), fungsinya untuk mempertahankan produk plastik tersebut dari kerusakan, baik selama proses penyimpanan dan juga pada pengaplikasian produk. Jenis bahan penyetabilan polimer yaitu:
 - Bahan Penyetabil Panas (*Heat Stabilizer*), menghambat energy panas yang terserap oleh plastik tersebut, apabila tidak dihambat maka kualitas plastik tersebut akan mengalami kerusakan karena energi panas yang di terima saat pemrosesan plastik tersebut, maka dari itu dilakukannya *Heat Stabilizer* .
 - Bahan Penyetabil Sinar Ultra Violet (*UV Stabilizer*), fungsinya untuk menahan gelombang matahari yang sampai ke permukaan bumi dengan panjang gelombang 3000-4000A. Pada dasarnya bahan penyetabil ini untuk komponen plastik pada kondisi di ruang terbuka, maka dari itu perlu penambahan *UV Stabilizer*.
 - Antioksidan, fungsinya untuk mengurangi kerusakan produk dari proses oksidasi yang akan memutuskan rantai polimer.

Tanda-tanda plastik yang sudah teroksidasi seperti berikut :

- Polimer menjadi rapuh atau mudah rusak.
- Kecepatan alir polimer tidak stabil dan memiliki kecenderungan menjadi lebih tinggi.
- Sifat kuat tarik yang dimiliki akan berkurang.
- Terjadi keretakan pada permukaan produk.

- Terjadinya perubahan warna.
3. Bahan Pelumas (Lubricant)
 4. Bahan Pengisi (*Filler*), fungsinya bisa memperkuat polimer dan meningkatkan sifat mekanik. *Filler* juga bisa digunakan untuk mengisi ruang dan mengurangi jumlah resin yang digunakan dalam proses produksi dengan kata lain mengurangi biaya yang biasanya harga resin lebih mahal dari pada harga *filler*.
 5. Pewarna (Colorant), berfungsi untuk meningkatkan penampilan dan memperbaiki sifat tertentu yang dimiliki oleh polimer tersebut. Pada penambahan warna perlu ada pertimbangan agar sesuai kebutuhan meliputi:
 - Aspek yang berkaitan dengan penampilan bahan plastik selama pembuatan proses pewarnaan, meliputi daya gabung, pengaruh sifat alir pada sistem dan daya tahan terhadap panas serta bahan kimia yang kontak dengan polimer tersebut.
 - Aspek yang berkaitan dengan produk akhir, antara lain meliputi ketahanan terhadap cuaca, bahan kimia dan solvent.

Pada penelitian ini menggunakan Senyawa pengisi zat polimer yang memiliki istilah yaitu “*Initial Color*”, komposisi yang dimiliki *initial color* yaitu:

- a) Tribasic Lead Sulfat
- b) Normal Lead Stearate
- c) Calcium Stearate (Ca-St)
- d) Stearate Acid (St-H)

2.3.1 Tribasic Lead Sulfat

Struktur *Tribasic Lead Sulfat* ($3\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) yang berbentuk serbuk (*powder*) berwarna putih, apabila di lihat dengan mata bentuk dan strukturnya seperti polimer berbentuk serbuk. *Tribasic Lead Sulfat* ini memiliki kandung timbal yang tinggi, timbal berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) yang memperkuat polimer dan membuat polimer tahan dengan kekuatan panas yang berlebih pada saat proses hot press molding berkerja.

2.3.2 Normal Lead Stearate

Struktur *Normal Lead Stearate* ($C_{36}H_{70}O_4Pb$) yang berbentuk serbuk (*powder*), fungsinya sebagai pengstabilan pada PVC pada saat proses berlangsung maupun produk sudah siap pakai. PVC yang telah di tambahkan *Normal Lead Stearate* akan meningkatkan umur pemakaian dan ketahanan panas.

2.3.3 Calcium Stearate (Ca-St)

Struktur *Calcium Stearate* ($C_{36}H_{70}CaO_4$) yang berbentuk serbuk (*powder*), fungsinya seperti *Tribasic Lead Sulfate* namun tidak mengandung timbal. Pada dasarnya *Calcium Stearate* meningkatkan kalsium yang terkandung dalam PVC. Sifat kalsium untuk polimer akan menjadikan keras tetapi tidak sekeras aluminium ataupun besi.

2.3.4 Stearate Acid (St-H)

Struktur *Stearate Acid* ($C_{18}H_{36}O_2$) yang berbentuk serbuk (*powder*), fungsi dari Stearate Acid yaitu menstabilkan tingkat cahaya pada polimer dan meningkatkan ketahanan panas pada saat proses *Hot Press Molding* bekerja.

2.4 Batubara

Batubara adalah sumber daya alam yang dihasilkan dari proses kimia dan pergerakan geologi dari material-material selama lebih dari puluhan sampai ratusan juta tahun. Batubara adalah mineral organik yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan yang mengendap yang selanjutnya berubah bentuk akibat proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun (Anam, 2008). Proses awalnya, endapan tumbuhan berubah menjadi gambut, selanjutnya berubah menjadi batu bara muda atau disebut pula batubara coklat. Setelah mendapat pengaruh suhu dan tekanan yang terus menerus, batubara muda akan mengalami perubahan yang secara bertahap menambah maturitas organiknya dan berubah menjadi *sub-bituminous*.

Batu bara banyak digunakan sebagai bahan bakar dalam penghasil energi pada pembangkit tenaga listrik. Hasil pembakaran batu bara ini menghasilkan sisa pembakaran berupa abu yang dapat dikategorikan ke dalam dua bentuk, yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*). Abu batu bara merupakan bahan buangan padat sisa pembakaran batu bara yang dapat mengakibatkan dampak lingkungan berupa polusi udara (tekMIRA, 2010).

2.4.1 Abu Batubara

Abu terbang adalah abu yang dihasilkan dari transformasi, pelelehan atau gasifikasi dari material anorganik yang terkandung dalam batu bara (Molina dan Poole, 2004). Pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakarnya akan menghasilkan limbah gas dan limbah padat yaitu abu layang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*) yang cukup besar jumlahnya. Abu terbang yang dihasilkan berkisar 80-90 % dari total abu seluruhnya. PLTU Suralaya menghasilkan abu terbang ± 750.000 ton per tahun (Nasrul dan Utama, 1995).

Abu dasar mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari pada abu terbang, sehingga abu dasar akan jatuh pada dasar tungku pembakaran dan terkumpul pada penampung debu lalu dikeluarkan dengan cara disemprot dengan air untuk kemudian dibuang dan dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian pasir. Komposisi abu batubara yang dimiliki oleh PT.Asahimas Chemical ada dua jenis yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*). Komposisi abu batubara ini dijelaskan pada Tabel 2.1 yaitu menurut Nidal, dkk., (2015), hal ini dapat membandingkan kandungan abu terbang, data tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Komposisi Abu terbang (fly ash) (Nidal, dkk., 2015)

Komponen	Konten (%)
Silicon	23.95
Oxygen	17.28
Aluminum	14.25
Iron	22.65
Calsium	13.22
Potassium	1.58
Sodium	1.05
Titanium	1.04
Sulfur	3.11
Magnesium	1.08
Carbon	0.53

**Gambar 2. 2 Abu terbang (fly ash)**

Abu terbang (*fly ash*) seperti pada gambar 2.2 memiliki struktur yang lembut dan tidak adanya sisa-sisa batu bara yang terbakar menjadikan batubara

ini terbakar dengan sempurna, dilihat pada table nilai kandungan sangatlah sedikit.

2.5 Hot Press Molding

Hot Press Molding adalah sebuah alat untuk menyatukan serbuk (*powder*) polimer yang terpisah menjadi sebuah lempengan dan padat dengan proses pencairan dan pepadatan pada produk polimer. Proses *Hot Press Molding* tidak hanya untuk membuat lempengan polimer tetapi bisa juga untuk mencetak spesimen alat uji *impact*, *tensile* dan *hardness*. Gambar 2.3 adalah mesin *Hot Press Molding* seperti berikut:



Gambar 2. 3 Hot Press Molding

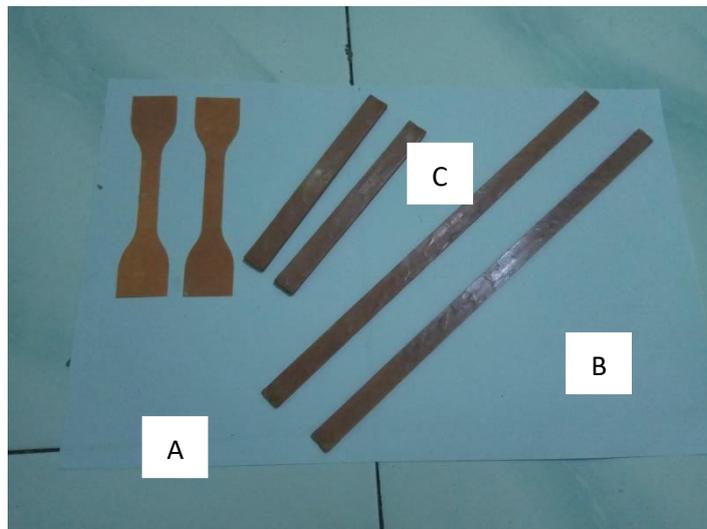
<http://www.chunyen.com.tw/CY-6460.html?CID=10>

Beberapa hasil cetakan yang dibuat menggunakan *Hot Press Molding*, berbentuk plat atau lempengan PVC (gambar 2.4) itu proses awal sebelum terbentuknya spesimen uji. Pada gambar 2.5 menjelaskan jenis spesimen uji yang dibuat menggunakan mesin *Hot Press Molding*, pada betuk kecil dan di setiap ujungnya melebar (pada gambar A) itu specimen uji tarik (*Tensile Strength*), bentuk stik panjang (pada gambar B) untuk pengujian *vicat*, bentuk

stik berukuran kecil (pada gambar C) untuk pengujian *impact*, berikut adalah hasilnya:



Gambar 2. 4 Hasil Hot Press Molding berbentuk Plat PVC



Gambar 2. 5 Hasil Hot Press Molding berbentuk Spesimen Uji

Pada gambar 2.4 seperti diatas menjelaskan bahwa itu sebuah plat PVC, itu adalah proses awal dari pembuatan spesimen uji dan langkah selanjutnya dibuat spesimen seperti pada gambar 2.5 yang memiliki kriteria yang berbeda-beda, jadi tahap pembuatan specimen uji itu ada tiga tahap yaitu serbuk PVC, plat PVC dan specimen uji.

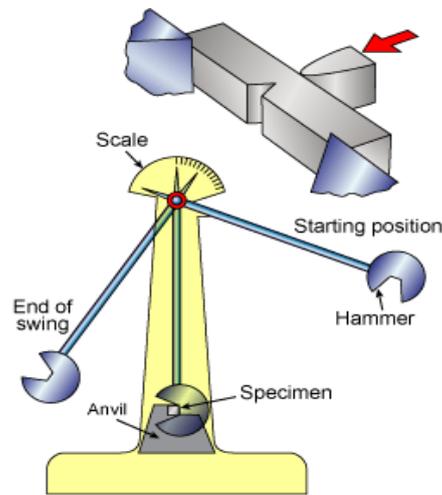
2.6 Impact Charpy Test

Impact test adalah suatu alat uji kekuatan suatu material dengan cara di pukul oleh sebuah palu. Material tersebut bisa mejadi patah atau tidak patah, kondisi tidak patah itu apabila material tersebut memiliki keuletan yang tinggi seperti besi dan kondisi patah itu apabila material tersebut memiliki keuletan yang rendah seperti polimer. *Impact test* yang digunakan sudah terintegrasi pada computer maka hasil kekuatan material, kecepatan palu berayun dan kondisi material akan terlihat di komputer berupa grafik. Gambar 2.6 merupakan contoh alat pengujian impact test:



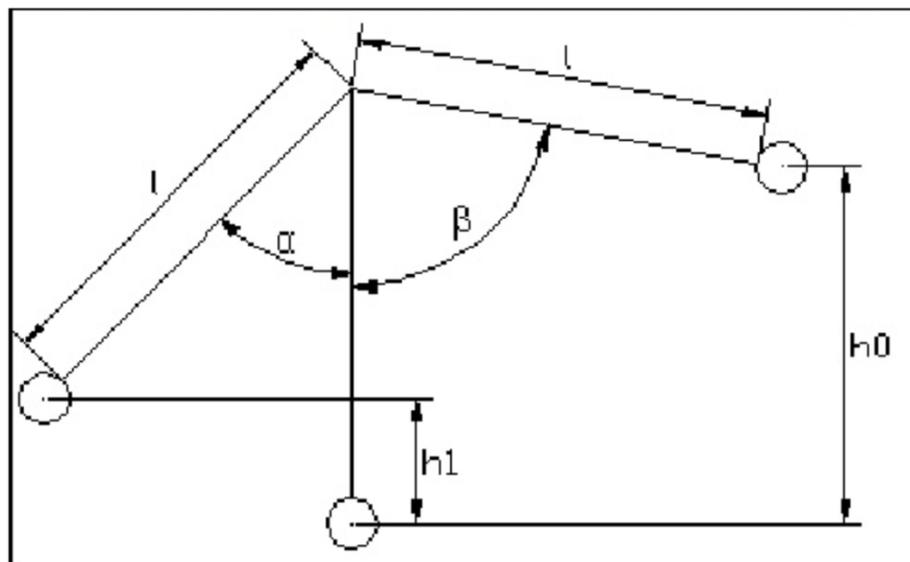
Gambar 2. 6 Alat uji Impact

Pengujian Impact ada dua jenis, yaitu Impact charpy dan Impact izod. Kedua jeins ini memiliki hasil dan jenis pukulan palu yang berbeda, pada dasarnya setiap pengujian impact memiliki kelebihanannya masing-masing, menggunakan impact charpy dikarenakan untuk mengukur kekuatan dan kualitas pada specimen polimer. Pada gambar 2.7 mejelaskan mekanisme cara kerja alat uji impact test:



Gambar 2. 7 Menakisme Kinerja Impact Charpy

Mekasnisme cara kerja uji Impact Charpy yaitu mengayunkan sebuah palu lalu menghantamkan kepada sebuah material yang sudah di tempatkan di posisi tengah. Perlu di ketahui juga bahwa pengujian Impact ini memiliki perhitungan. Gambar 2.8 menjelaskan skema perhitungan pengujian impact:



Gambar 2. 8 Skema Perhitungan Energi Impact

$$E_0 = W \cdot h_0 \dots \dots \dots (2.1)$$

$$E_1 = W \cdot h_1 \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\Delta E = E_0 - E_1$$

$$= W.(h_0-h_1) \dots \dots \dots (2.3)$$

$$h_0 = l - l.\cos \alpha$$

$$= l.(1 - \cos \alpha) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$h_1 = l - l.\cos \beta$$

$$= l.(1 - \cos \beta) \dots \dots \dots (2.5)$$

Substitusikan perhitungan (2.4) dan (2.5) ke dalam perhitungan (2.3), maka menghasilkan perhitungan untuk mencari nilai energy yang telah digunakan (ΔE), yaitu sebagai berikut:

$$\Delta E = W.l.(\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana: E_0 = Energi awal (J)

E = Energi akhir (J)

W = Berat bandul (N)

h_0 = Ketinggian bandul sebelum dilepas (m)

h_1 = Ketinggian bandul sesudah dilepas (m)

l = Panjang lengan bandul (m)

α = Sudut awal ($^\circ$)

β = Sudut akhir ($^\circ$)

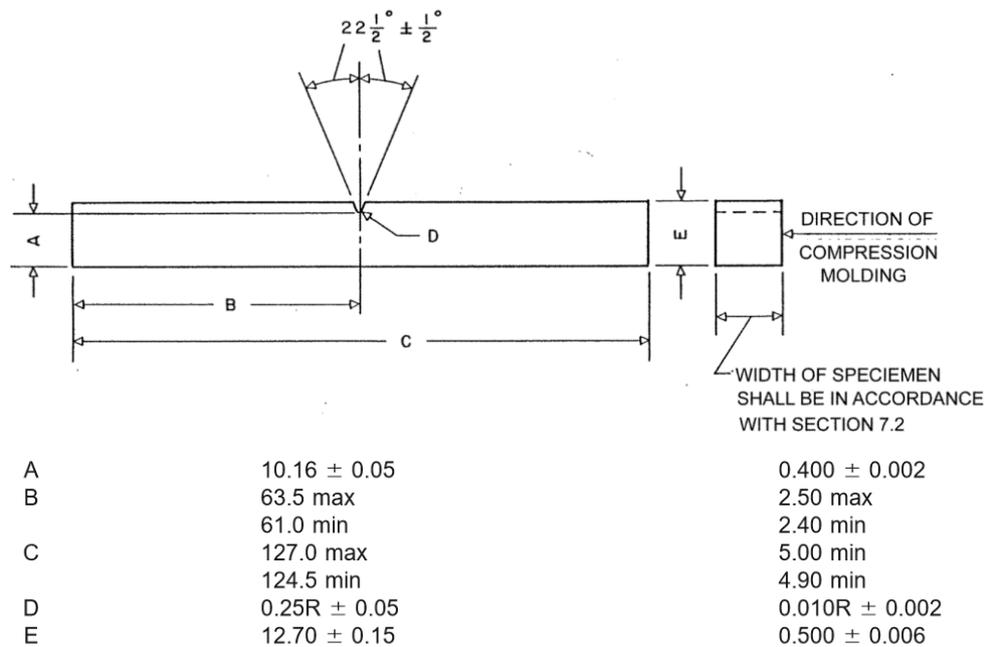
Untuk mengetahui kekuatan *impact* (I_s) maka *energy impact* tersebut harus dibagi dengan luas penampang efektif spesimen (A), sehingga akan menghasilkan rumus:

$$I_s = \Delta E/A$$

$$= W.l. (\cos \beta - \cos \alpha) /A \dots \dots \dots (2.7)$$

Setelah mengetahui mekanisme pengujian *impact* dan rumus perhitungan *impak*, perlu diketahui juga bahwa sebelum melakukan pengujian *impak* diperlukan pembuatan celah *v-notch* pada spesimen pengujian *impak*. Fungsi dari *v-notch* adalah untuk menguji perpatahan *specimen* pada titik tengah pada pengujian, *notch* pada material akan menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan pada daerah takikan sehingga material sudah patah, adanya *notch* akan terjadi *traxial stress*. *Traxial stress* adalah *specimen* tidak akan terjadi deformasi plastis dan menyebabkan *specimen* getas, sehingga tidak ada tanda

bahwa spesimen mengalami kegagalan. berikut ketentuan v-notch pada specimen dan alat untuk membuat celah v-notch:



Gambar 2. 9 V-notch pada specimen (ASTM D6110-04)



Gambar 2. 10 Gambar alat pembuat v-notch

Gambar 2.10 adalah mesin pembuat v-notch, dimana mesin ini akan membuat ukuran v-notch yang sama dan sesuai standar ASTM D6110-04. Standar ASTM D6110-04 menentukan ukuran spesimen impact dari ukuran notch dan panjang spesimen, notch dengan ukuran $22,5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ dan ukuran spesimen 124,5-127 (mm). Kegunaan dibuatnya notch pada spesimen yaitu

untuk mempermudah terjadinya patahan dan hasil patahan lebih terkonsentrasi di titik tengah yang membuat spesimen menjadi getas. Penggunaan notch sesuai standar yang digunakan ada standar yang tanpa notch dan menggunakan notch seperti standar ASTM D6110-04

2.7 Tensile Test

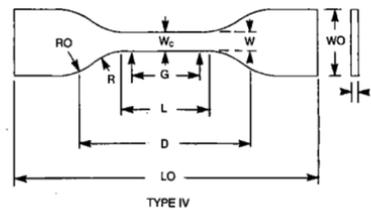
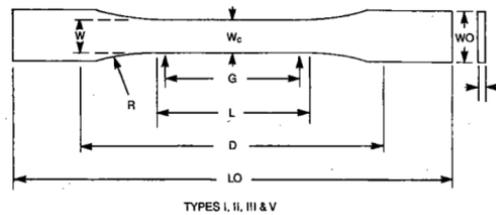
Tensile test atau uji tarik adalah sebuah pengujian suatu material dengan mengukur kekuatan lentur yang dimiliki material tersebut, uji tarik ini dilakukan dengan cara menjepit di sisi atas dan sisi bawah lalu di tarik sesuai kekuatan yang telah di atur dan mengukur kualitas material tersebut bisa terjadi memanjang atau akan terjadi putus di titik tertentu yang di akibatkan tidak homogen pada formula polimer.



Gambar 2. 11 Alat Uji Tensile

(www.ims.uconn.edu/mechanical-testing/)

Apabila specimen sudah di cetak untuk pengujian uji Tarik, pada gambar 2.12 akan menjelaskan ukuran spesimen untuk pengujian uji Tarik, berikut gambarnya:

Specimen Dimensions for Thickness, T , mm (in.)^A

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl		4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^B	Type V ^{C,D}		
W —Width of narrow section ^{E,F}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	$\pm 0.5 (\pm 0.02)^{B,C}$	
L —Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	$\pm 0.5 (\pm 0.02)^C$	
WO —Width overall, min ^G	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)	
WO —Width overall, min ^G	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO —Length overall, min ^H	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)	
G —Gage length ^I	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	$\pm 0.25 (\pm 0.010)^C$	
G —Gage length ^I	...	...	...	25 (1.00)	...	$\pm 0.13 (\pm 0.005)$
D —Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) ^J	25.4 (1.0)	$\pm 5 (\pm 0.2)$	
R —Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	$\pm 1 (\pm 0.04)^C$	
RO —Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	$\pm 1 (\pm 0.04)$

Gambar 2. 12 Ukuran specimen pengujian uji tarik (ASTM D638-02A)

Pada alat pengujian Tarik menggunakan standar ASTM D638-02A yang menggunakan ukuran gage length type IV yang ukurannya >50(mm), berikut perhitungan pada pengujian tensile:

2.7.1 Stress

Stress atau tegangan didefinisikan sebagai perubahan gaya terhadap luas penampang daerah yang dikenai gaya tersebut (Van Vlack, 1991). Dalam satuan internasional, stress memiliki lambang S dan satuan N/m^2 . Gaya yang bekerja pada benda menyebabkan terjadinya perubahan ukuran benda. Pengaruh vektor gaya terhadap sumbu x menghasilkan besaran tensile stress dengan lambang σ_x . Indeks x menyatakan arah vektor gaya. Pengaruh gaya terhadap sumbu y dan sumbu z menghasilkan momen yang disebut besaran shear stress.

Hubungan antara besaran-besaran tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

σ = Tegangan Tarik (MPa)

F = Beban Tarik maksimum (N)

A = Luas penampang (mm^2)

2.7.2 Strain (Regangan)

Strain atau regangan didefinisikan sebagai perbandingan perubahan panjang benda terhadap panjang mula-mula akibat suatu gaya dengan arah sejajar perubahan panjang tersebut (Van Vlack, 1991). Dalam satuan internasional, strain memiliki lambang ε dengan satuan mm/mm atau %.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L-L_0}{L_0} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

ε = Regangan

ΔL = Perubahan panjang total (mm)

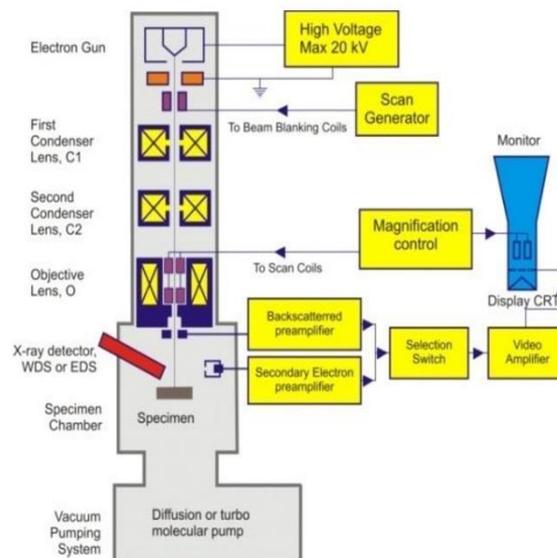
L_0 = Panjang awal (mm)

dengan ΔL adalah perubahan panjang benda dan L_0 adalah panjang benda mulamula. Benda padat yang dikenai gaya akan mengalami perubahan ukuran. Jika gayanya berupa gaya tarik maka benda akan memanjang, sebaliknya jika gayanya adalah gaya tekan, maka benda akan memendek. Hal ini terjadi jika ukuran benda dimensi panjangnya jauh lebih besar dari lebarnya. Sementara jika ukuran panjang dan lebar suatu benda hampir sama maka akibat adanya gaya akan mengakibatkan terjadinya regangan geser. Rumus tersebut digunakan untuk mengukur kualitas material, baik dari segi homogenya

percampuran dan berpengaruhnya zat pengisi serta zat penguat membuat material polimer menjadi lebih baik.

2.8 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Dalam Gambar 2.14 adalah skema diagram standar SEM JSM-6510LA dari fabrikas JEOL yang digunakan dalam penelitian ini dengan fasilitas analisis komposisi kimia berupa detektor sinar X. Komponen utama alat SEM ini pertama adalah tiga pasang lensalensa elektromagnetik yang berfungsi memfokuskan berkas elektron menjadi sebuah titik kecil, lalu oleh dua pasang scan coil discan-kan dengan frekuensi variabel pada permukaan sampel. Semakin kecil berkas difokuskan semakin besar resolusi lateral yang dicapai. Kesalahan fisika pada lensa-lensa elektromagnetik berupa astigmatismus dikoreksi oleh perangkat stigmator. SEM tidak memiliki sistem koreksi untuk kesalahan aberasi lainnya.



Gambar 2. 13 Blok diagram SEM (Agus., dkk.2015)

Untuk menghindari gangguan dari molekul udara terhadap berkas elektron, seluruh jalur elektron (column) divakum hingga 10^{-6} torr. Tetapi kevakuman yang tinggi menyebabkan naiknya sensitifitas pendeteksian alat terhadap non-konduktifitas, yang menyulitkan analisis pada bahan non-konduktif, seperti keramik dan oksida. Untuk mengatasi hal tersebut SEM ini

memiliki opsi untuk dapat dioperasikan dengan vakum rendah, yang disebut LowVaccum Mode. Dengan teknik low vaccum kita dapat menganalisis bahan yang non konduktif sekalipun. Tekanan pada mode ini berkisar antara 30 hingga 70Pa. Pada gambar 2.14 memperlihatkan gambar mesin pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM) yang standar memenuhi kebutuhan pengujian:



Gambar 2. 14 Scanning Electron Microscopy (SEM)

[\(http://central-laboratory.um.ac.id/\)](http://central-laboratory.um.ac.id/)

2.9 Microscope Optik

Microscope optic yang digunakan berjenis microscope optic usb atau yang hasil fotonya terintegrasi pada computer. Microscope berfungsi sebagai melihat pertikel kecil yang tidak bisa dilihat oleh mata manusia, menjadikan alat ini sebagai pembantu untuk melihat struktur secara kasar detail dari material. Gambar 2.15 akan menjelaskan bentuk dari microscope optic usb yang digunakan untuk melihat struktur permukaan. Berikut gambar alat microscope tersebut:



Gambar 2.1 Microsope optic usb

Tabel 2.4 akan menjelaskan spesifikasi dari microscope optic, berikut spesifikasi alat tersebut:

Tabel 2. 4 Spesifikasi Mircscope optic

Warna	Hittam
Resolusi Gambar/Video	640*480 pixels
Kontroler	16Bit DSP
Pembesaran	50x-1600x (manual
Format Foto	JPEG
Format Video	AVI
Lampu LED	8
Penghubung	USB 2.0
Penerima system	WIN XP/VISTA, WIN 7 32/64-bit
Ukuran Microscope	3.2*11.4 (cm) (diameter*panjang)