

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Menurut Budiono, 2015 *3D Printer* adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi sebuah design secara digital menjadi bentuk 3D yang tidak hanya dapat dilihat tapi juga dipegang dan memiliki volume. 3D Printer dicapai dengan menggunakan proses aditif, dimana sebuah objek dibuat dengan meletakkan lapisan yang berurut dari bahan baku. Printer 3D juga sering disebut dengan *additive manufacture* atau manufaktur tambahan (Budiono,2015).

Menurut Stefan Herman (2021) dalam webnya *cnckitchen*, mempublikasikan partikel ampas kopi ke dalam filament (*Polylastic Acid*) PLA. Rasio ampas kopi yang digunakan adalah 5% dan 10 % berdasarkan berat, digabungkan dengan butiran-butiran pellets lalu dimasukkan ke dalam *extruder*. Hasilnya adalah warna (*Polylastic Acid*) PLA kecoklatan dengan butiran-butiran kopi yang nampak dipermukaan. Pada saat *printing*, *nozzle* yang digunakan adalah *nozzle* berukuran 0.6 mm, sedikit lebih besar dari *nozzle* standart yaitu 0.4 mm. Pada pengujian tarik, (*Polylastic Acid*) PLA dengan ampas kopi memiliki kekuatan menahan 52.5 Mpa sementara dengan (*Polylastic Acid*) PLA biasa berkekuatan 58.1 Mpa. Kemudian pada pengujian ketahanan beban, (*Polylastic Acid*) PLA dengan ampas kopi mampu menahan beban 61 kg sementara (*Polylastic Acid*) PLA biasa mampu menahan beban 69 kg. Metode pembuatan pengujian semua bisa dipelajari dalam *cnckitchen*.

Menurut Putri dkk (2017) Serat rami pendek dan *polipropilena high impact* dicampurkan dengan variasi fraksi volume serat sebesar 0%, 5%, 10%, 15%. Material tersebut dimasukkan ke dalam mesin ekstrusi sederhana dengan menggunakan kecepatan screw 40 rpm dan diameter *die* 1.7 mm pada temperatur 190°C. Lalu filamen digulung dengan *puller* kecepatan 7-1 mm/detik. Kemudian filamen komposit yang telah diekstrusi dilakukan pengukuran diameter menggunakan jangka sorong serta dilakukan pengukuran massa dan densitas dengan menggunakan timbangan digital KERN ABJ 220-4NM. Pengujian densitas dilakukan dengan mengacu pada ASTM D 2395 .

Menurut Trisandi (2019) Komposit merupakan salah satu bahan yang dibuat dengan penggabungan dua macam bahan atau lebih yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu materil baru dengan sifat berbeda pula. Komposit adalah sebuah material yang memiliki kelebihan yaitu tahan terhadap korosi, mempunyai kekuatan terhadap berat yang tinggi, dapat dibentuk sesuai cetakan yang diinginkan.

Dari uraian diatas disimpulkan bahwa pemilihan bahan dasar material untuk komposit sangat penting. Karena dapat mempengaruhi nilai kekuatan material hasil campuran, serta suhu mempengaruhi bentuk hingga kekuatan pada material yang terbentuk. Maka dari itu peneliti melakukan penelitian terhadap campuran komposit yang berbahan dasar *Polylastic Acid* dan Abu Sekam padi sebagai campurannya. Dengan komposisi variasi perbandingan material campuran serta variasi suhu.

## 2.2 Pengertian Umum Extruder

Extruder merupakan suatu proses perubahan material dari bentuk pellet (PE) diekstrusi (perubahan dari bentuk padat menjadi cair) proses perubahan ini melalui berbagai tahapan-tahapan panas (Tondi, 2019). Tahapan-tahapan panas tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Proses memasukan biji plastik kedalam hopper.

Pada tahap ini dilakukan agar biji plastik terdorong oleh screw ke dalam feeding zone yaitu tempat pemanasan dan pelelehan biji plastic.

2. Proses pemanasan biji plastik.

Pada tahap ini dilakukan proses pemanasan biji plastik di dalam barel yang berperan sebagai feeding zone. Setelah melalui feeding zone, maka biji plastik akan diteruskan keluar barel melalui cetakan.

3. Proses pencetakan.

Pada tahap ini plastik yang telah meleleh akan dikeluarkan dengan cara membenturkan tekanan sekaligus dicetak sesuai bentuk yang diinginkan. Pada proses pencetakan inilah plastic bisa diubah menjadi bentuk apapun termasuk 3D Printer. Untuk mesin extruder penghasil filament 3D printer sendiri rata-rata masih dirancang untuk skala besar atau industri. Adapun mesin extruder berskala kecil dijual dipasaran adalah mesin extruder yang memiliki parameter kecepatan ekstrusi 650 mm/menit atau 90 gram/jam yang dijual seharga Rp13.500.000.

Pada dasarnya proses ekstrusi dapat dibedakan pada cara penekanannya terhadap material kerja.

### 2.2.1 Proses Ektrusi Berdasarkan Penekanan Terhadap Material Kerja

Pada dasarnya proses dapat dibedakan pada cara penekanan material kerja.

(Barus, 2021)

#### 1. Direct Extrusion

Pada dasarnya proses ekstrusi ini menekan material yang akan dibentuk sampai keluar melalui nozzle. Arah tumbukan searah dengan kedudukan nozzle, jadi arah keluar material yang diekstrusi dari penampang seperti garis lurus. Proses penekanan material dilakukan dengan perantara fluid. Disamping itu juga ekstrusi ini dapat mengurangi gesekan antara penumbuk dengan dinding penumbuk.

#### 2. Lateral Extrusion

Ekstrusi dilakukan penumbuk terhadap material secara langsung, sehingga material yang akan dibentuk keluar melalui nozzle. Arah ekstrusi yang dilakukan adalah tegak lurus dalam posisi penumbuk dengan nozzle adalah tegak lurus.

Pada mesin ekstruder proses ekstrusi dilakukan oleh screw double flight, dengan menggunakan temperatur tertentu dan kecepatan putar tertentu pula maka dapat dibuat material pelapis yang siap digunakan untuk melapisi kabel.

### 2.2.2 Jenis-jenis Ekstrusi

Jenis ekstrusi dapat dibedakan dari perlakuan terhadap material yang akan dibentuk. *Nozzle* yang digunakan untuk proses ekstrusi pada setiap jenis ekstrusi juga berbeda. Cara penekanan yang terdapat pada setiap jenis ekstrusi tergantung dari perlakuan awal dilakukan terhadap material yang akan dibentuk. Ekstrusi yang

dilakukan dengan cara temperature tertentu terhadap material yang akan diekstrusi . Seperti panas yang tinggi. Pada ekstrusi ini resiko terjadinya deformasi sangat besar terhadap hasil akhir. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan pendinginan untuk menurunkan temperature secara cepat sebelum terjadi deformasi. *Nozzle* yang digunakan adalah *nozzle* yang memiliki lubang untuk jalan keluar material yang ditekan. Mengenai bentuk lubang *nozzle* disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat. (Ikam, 2016)

#### 1. Ekstrusi Dingin

Ekstrusi disini tidak menggunakan metode pemanasan seperti halnya ekstrusi panas, tetapi hanya menggunakan temperature ruang untuk membentuk material menjadi bentuk yang diinginkan.. Biasanya ekstrusi dengan ini digunakan untuk membuat peralatan atau komponen utama mobil, sepeda motor, dan juga untuk kebutuhan alat-alat pertanian.

Ekstrusi dingin memiliki beberapa keuntungan seperti:

- a. Meningkatkan hasil mekanik ekstrusi dari pengerjaan kekerasan.
- b. Kontrol toleransi yang baik, dengan demikian sedikit hal yang dilakukan untuk *finishing*.
- c. Meningkatkan hasil permukaan akhir.
- d. Angka produksi dan harga kompetitif dengan menggunakan metode lain.
- e. Tingkat *stressing* (tegangan) pada peralatan yang dihasilkan dengan menggunakan metode ini adalah sangat tinggi.

## 2. *Impact Extrusion*

*Impeactextrusion* sama dengan ekstrusi tidak langsung dan sering kali dimasukkan dalam kategori dingin. Ketebalan pipa ekstrusi lebih kecil dibandingkan *nozzle.*, penumbuk dengan sisi *nozzle*. Hal ini dimaksudkan agar material atau plat yang akan diekstrusi dengan mengisi ruang kosong pada sisi *nozzle*.

## 3. *Hidrostatic Extrusion*

Didalam *hydrostatic extrusion* yang diperlukan untuk proses ekstrusi dihasilkan oleh fluida yang selalu tersedia dalam pengerjaan, akibatnya tidak terjadi gesekan pada dinding-dinding penampang selama proses ekstrusi.

Metode ini dapat mengurangi kerusakan pada produk yang dapat terjadi selama proses ekstrusi, sebab penambahan tekanan *hydrostatic* untuk material yang liat dan yang getas sangat cocok untuk keberhasilan produk yang dihasilkan. Bagaimanapun untuk alasan keberhasilan ekstrusi terlihat pada rendahnya gesekan yang terjadi, pemakaian sudut *nozzle* yang rendah dan rasio ekstrusi yang tinggi. Untuk kegiatan komersial materi yang liat cocok digunakan untuk metode *hydrostatic extrusion*. Metode ini biasanya menggunakan temperatur ruang untuk proses pembentukan dan menggunakan minyak dari tumbuhan sebagai fluida, sebab hal ini sangat untuk pelumasan dan viskositas tidak berpengaruh pada penekanan yang dilakukan. (Ikam, 2016)

### 2.2.3 Faktor-faktor Pengaruh Ekstrusi

Menurut Ikam (2016) ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pada proses ekstrusi suatu material yaitu:

1. Jenis ekstrusi

Jenis ekstrusi haruslah disesuaikan dengan jenis-jenis material yang akan digunakan. Karena sifat beberapa material berbeda-beda. Maka perlu dilakukan pemilihan jenis ekstrusi yang cocok untuk material tersebut.

2. Suhu kerja

Setiap jenis ekstrusi mempunyai suhu kerja sendiri tergantung pada jenis material yang akan diekstrusi. Pada prinsipnya pemberian suhu kerja dimaksudkan untuk mempermudah dalam proses ekstrusi

3. Reduksi penampang

Penampang yang dipakai untuk setiap ekstrusi sangat tergantung pada kualitas bahan dan keadaan permukaannya. Untuk membentuk suatu model yang diinginkan, perlu diperhatikan dalam hal pembuatan penampang dan clearance yang sesuai dengan penumbuk.

4. Gesekan

Gesekan dapat terjadi pada semua komponen yang bersinggungan tidak terkecuali pada proses ekstrusi. Untuk menghindari hal tersebut biasanya dilakukan pemberian pelumasan pada sela antara *nozzle* dan penumbuk. Pelumasan ini bertujuan untuk mengurangi gesekan dan mengurangi resiko keausan.

#### 2.2.4 Prinsip *Extruder*

Prinsip ekstrusi pada *thermo plastic* adalah proses pada material sampai mencapai meleleh akibat panas dari luar/panas gesekan dan yang kemudian dialirkan ke *nozzle* oleh *screw* yang kemudian dibuat produk sesuai bentuk yang diinginkan. Proses ekstrusi adalah proses lanjutan yang menghasilkan beberapa produk seperti film plastik, talirafia, pipa, peletan, lembaran plastik, fiber, filament, selubung kabel dan beberapa produk dapat juga dibentuk.

#### 2.2.5 Komponen-komponen *Extruder*

Mesin pencetak atau *extruder* ini terdiri dari beberapa komponen utama serta komponen pendukung yang saling terhubung sehingga dapat bekerja dengan optimal.

1. Rangka

Rangka merupakan komponen yang paling penting pada sebuah alat atau mesin untuk menggabungkan part atau komponen satu dengan yang lainnya.

2. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi mekanik. Pada motor listrik yang tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik.

Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana yang telah kita ketahui.

Dengan terjadinya proses ini maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

### 3. Poros

Poros adalah suatu bagian stationer yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (gear), pulley, flyweheel, engkol, sporket dan elemen pemindah lainnya. Poros ini bekerja dengan menerima beban berupa lentur, tarikan tekan dan puntiran.

### 4. *Pulley dan Belt*

*Pulley* merupakan salah satu komponen dari mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya sekaligus mengatur perbandingan putaran antara poros satu ke poros yang lain. *Pulley* pada umumnya terbuat dari besi cor kelabu FC20 atau FC30, ada pula yang terbuat dari baja pres, dan aluminium. Untuk transmisi daya, pulley dihubungkan oleh sabuk. Adapun keuntungan dari sistem ini adalah biang kontak sabuk dengan pulley luas, dan tidak menimbulkan suara bising. (Sularso kyokatsu, 1997, Hal : 27).

Sabuk V terbuat dari karet yang mempunyai penampang trapesium. Tenunan semacam dipergunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk V dibelitkan dikeliling alur puley berbentuk V ula. Bagian sabuk pada pulley ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk pulley, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah

### 5. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman,

dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara asemestinya. Jadi, bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung (Sularso, 2004, hal : 103).

6. *Hopper*

*Hopper* adalah corong atau tempat awal dimasukkannya material yang akan diproses didalam mesin . *Hopper* dalam perancangan alat ekstruder biasanya berbentuk limas segi empat. Didesain dengan dimensi yang disesuaikan dengan kebutuhan

7. Barel

Barel adalah selongsong dari screw yang harus mampu menahan tekanan akibat gerakan screw dan bahan. Tekanan dalam barel tidak diketahui secara pasti sehingga dibutuhkan nilai asumsi untuk menentukan ketebalan dan jenis bahan dari barel. Nilai asumsi bisa berdasarkan literature maupun dari mesin ekstruder komersil yang memiliki bahan sama. Menurut Harper (1979) tekanan pada arel dimesin *extruder* komersil bisa mencapai 17 Mpa (2500 psi) tetapi juga bisa berbeda tergantung panjang screw dan bahan yang digunakan.

8. *Screw*

Screw merupakan jantung dari ekstruder, screw berfungsi mengalirkan material yang atau polimer yang telah dilelehkan ke kepala die setelah mengalami pencampuran.

## 9. *Heater*

Temperatur atau suhu adalah ukuran tingkat derajat panas suatu benda. Suhu menunjukkan tingkat banyaknya energi kalor yang ada di benda. Semakin tinggi suhu suatu benda semakin panas benda itu, dan semakin banyak kalor dalam benda itu. Heater band adalah heater adalah salah satu jenis pemanas listrik atau heating elemen yang penggunaannya harus menempel pada permukaan dari tabung barrel, berfungsi melelehkan material plastik yang ada dalam tabung barrel pada saat proses ekstrusi plastik.

## 10. *PID Control dan Speed Control*

PID Controller adalah sistem control yang berfungsi untuk memberikan umpan balik dari sensor, agar bisa mengatur nilai output. Pada mesin kali ini sebagai pengatur suhu.

## 11. *Nozzle*

*Nozzle* adalah lubang untuk keluaran material yang sudah dilelehkan. Material yang leleh akan keluar dengan bentuk sesuai lubang dan ukuran nozzle.

## 2.3 **Filament 3D Printing**

Filament pada *3D Printing* dikenal sebagai sebuah serat yang berukuran sangat panjang. Filament ini adalah bahan untuk membentuk model *3D Printing* yang mempunyai kelebihan serta kekurangan masing-masing. (Ansen 2019)

Berikut jenis-jenis filamen berdasarkan materialnya :

1. *ABS (Acetonitrile Butadiene Styene)*

*ABS (Acetonitrile Butadiene Styene)* merupakan bahan yang stabil dengan suhu dan paparan bahan kimia. Selain itu juga sangat kuat dan mudah dirapihkan dengan penguatan aseton. Kekurangannya sendiri adalah tidak dapat diuraikan secara alami karena merupakan plastik sintetis serta asap yang berbahaya saat proses printing. *ABS (Acetonitrile Butadiene Styene)* membutuhkan suhu tinggi sehingga daya yang dipakai cukup besar.

2. *PLA (Polylactic Acid)*

Filamen ini adalah bahan baku alami yang mudah terurai oleh tanah sehingga banyak digunakan. Secara harga produk ini cenderung murah dan tidak membutuhkan banyak daya untuk pencairan. Namun kekurangan produk ini yaitu mudah meleleh dan tidak tahan pada suhu tinggi.

3. *HIPS (High Impact Polystyrene)*

Bahan ini memiliki kekuatan yang sangat tinggi dan fleksibel. Kekurangan bahan ini adalah asap yang berbahaya saat proses pencetakan, serta suhu yang diperlukan pun sangat tinggi dan memerlukan bantalan dibawahnya. Serat yang dihasilkan akan mudah patah. Jika mendapatkan suhu terlalu tinggi maka hasil akan mudah lembek.

4. *Nylon*

Nylon memiliki kekuatan yang unggul sehingga memiliki titik leleh yang rendah, selain itu stabilitas pada suhu panas cukup stabil dan mudah diwarnai sesuai kebutuhan. Kekurangan bahan ini adalah membutuhkan suhu tinggi

untuk melelehkannya sebelum diaplikasikan menjadi bentuk tertentu. Nylon mudah dibengkok dan rawan ruwet sehingga proses cetak jadi terhambat.

5. PVA (*Polyvinyl Alcohol*)

PVA (*Polyvinyl Alcohol*) Merupakan filament 3D PRINTER yang mirip dengan jenis HIPS (*High Impact Alcohol*) tetapi dapat larut dalam air saja.

6. PETG (*Glycol-modified Polythylene Terephthalate*)

PETG (*Glycol-modified Polythylene Terephthalate*) adalah bahan plastik yang memiliki bahan dasar dari penggabungan plastik ABS dan PLA, serta memiliki warna yang bening dan kilap

7. ASA (*Acrulonitrile Styrene Acrylate*)

Bahan ini sama dengan ABS yang terbuat dari plastik serta memiliki kelebihan berupa resistensi dengan suhu tinggi, sinar ultraviolet, hingga paparan zat kimia. Proses penguapan aseton yang dapat digunakan untuk proses finishing agar permukaan tidak kasar. Namun memiliki kelemahan yaitu kekuatan yang rendah, membutuhkan printer bersuhu tinggi, mudah menggumpal dan harga yang mahal.

#### **2.4 Polyactic Acid (PLA)**

Merupakan bioplastik atau plastik organik yang terbuat dari minyak nabati, pati jagung, pati polong, dan mikrobiota. Bioplastik umumnya bersifat dapat terdegradasi secara alami dan dapat digunakan layaknya plastik konvensional. Namun dengan isu menipisnya cadangan minyak bumi maka bioplastik akan segera menjadi kompetitif dibanding plastik lainnya. Kelebihan lain dari plastik

biodegradable adalah diproduksi dari sumber terbarukan bukan dari minyak dan mempunyai sifat dapat terdegradasi secara alami (Irfany,2021).

Bahan plastik *Polylastic Acid* (PLA) sering kita temui dalam proses *3D Printing*. *Polylastic Acid* (PLA) atau Asam *Polylastic Acid* adalah poliester termoplastik yang berasal dari sumber daya terbarukan, seperti tepung jagung, akar tapioka atau tebu. Yang menarik dari *Polylastic Acid* adalah bahwa plastik itu terdegradasi secara alami ketika terpapar lingkungan. Misalnya, item yang terbuat dari *Polylastic* di laut memiliki waktu degradasi dalam urutan enam bulan hingga dua tahun. Jika dibandingkan dengan plastik konvensional, yang membutuhkan waktu dari 500 hingga 1000 tahun untuk terdegradasi. Penting untuk menunjukkan bahwa meskipun *Polylastic Acid* (PLA) akan menurun dalam lingkungan alami yang terbuka, *Polylastic Acid* PLA sangat kuat bila digunakan dalam aplikasi normal seperti mainan yang dicetak atau bagian dari printer. Dalam hal itu, Anda dapat menganggap hal itu mirip dengan besi. Jika pengujian mengeksposnya ke kelembapan terus-menerus atau membiarkannya di luar itu akan berkarat menjadi tidak dapat digunakan dalam waktu singkat (Irfany, 2021).

Tabel 2. 1 Mechanical Properties Filament PLA

Parameter	Value	Unit
Diameter	1,75	Mm
Diameter Tolerance	±0.05	Mm
Melt Temperature	200-220°	°
Density	1.24	g/cm
Tensile Strength	60	g/mm

Polylastic Acid (PLA) merupakan biopolymer atau polimer yang dihasilkan dari bahan alami yang tentunya bersifat biodegradable atau dapat dengan mudah diuraikan. Polimer ini biasa diaplikasikan untuk bidang biomedis seperti pembuatan benang jahit, sekrup fiksasi tulang, dan perangkat untuk pengiriman obat. (Setyawan dkk, 2022)

Polylastic Acid (PLA) ini tidak membutuhkan temperature nozzle yang tinggi untuk proses pencetakannya. Untuk temperaturnya nozzle sendiri ada pada suhu 190 hingga 220 derajat celcius. (Setyawan dkk, 2022)

## **2.5 Komposit**

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya. Komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara material yang satu berfungsi ebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya. Secara umum terdapat dua kategori material penyusun komposit yaitu matrik dan *reinforcement*. (Maryanti dkk, 2011)

Komposit adalah suatu mateial yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda.(Muhajir dkk,2016)

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut

(bahan komposit). Dengan adanya perbedaan material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan *wetting agent*.

1. Definisi komposit

- a. Tingkat dasar : pada molekul tunggal dan kisi kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh senyawa, paduan, polimer dan keramik)
- b. Mikrostruktur : pada kristal, fase dan senyawa, bila material disusun dari dua fase atau senyawa atau lebih disebut komposit (contoh paduan Fe dan C).
- c. Makrostruktur : material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang dalam bentuk dan atau komposisi dan tidak larut satu dengan yang lain disebut material komposit

2. Penyusun komposit

- a. *Matriks* adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume besar.
- b. *Reinforcement* atau *fiber* adalah bagian komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposisi.

3. Klasifikasi komposit

Berdasarkan matrik ada 3 kelompok yaitu :

- a. Komposit matrik polimer (KMP), polimer sebagai matrik
- b. Komposit logam (KML), logam sebagai matrik
- c. Komposit matrik keramik (KMK), keramik sebagai matrik

## 2.6 Kandungan Sekam Padi

Sekam padi yang sering dikatakan sebagai limbah pengolahan padi ini sering diartikan sebagai bahan buangan atau bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian, proses penghancuran limbah inipun secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia (Jimmyanto, 2014).

Abu sekam padi sebagai limbah pembakaran mempunyai sifat pozolan aktif (mampu bereaksi dengan kapur suhu kamar dengan media air membentuk senyawa yang bersifat mengikat) dan mengandung silika yang sangat menonjol, bila unsur ini dicampur dengan semen akan menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi (Adryani, 2014).

Abu sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi ( $500^{\circ}\text{C}$  -  $600^{\circ}\text{C}$ ) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia serta telah dimanfaatkan sebagai katalis dan berbagai jenis bahan komposit organik.

Abu sekam padi terdiri dari dua yakni abu sekam padi hitam dan abu sekam padi putih. Penggunaan abu sekam padi hitam sebagai pengisi atau penguat pada komposit disebabkan karena abu sekam padi hitam ini umumnya tidak dipergunakan dengan baik dan hanya dibuang saja sebagai limbah sehingga membuat para peneliti tertarik untuk memanfaatkan abu sekam padi hitam sebagai pengisi komposit (Maulida, 2014).

Komposisi abu sekam padi hitam sebagai pengisi terhadap sifat kekuatan tarik komposit poliester tidak jenuh. Komposit dibuat dengan metode pencampuran terbuka dengan mencampurkan poliester tidak jenuh dan pengisi abu sekam padi hitam dengan variasi ukuran partikel 100 mesh dan 250 mesh, rasio fraksi volum antara pengisi dan *matriks* 95/5 : 90/10 : 85/15 : 80/20 lalu ditambahkan 1% katalis metil etil keton peroksida kedalam campuran poliester tidak jenuh dan abu sekam padi hitam. Uji yang dilakukan ialah uji tarik, pemanjangan pada saat putus dan Modulus Young. Hasil yang diperoleh pada rasio 95/5 dengan ukuran partikel 100 dan 250 mesh ialah 24,413 Mpa dan 24,689 Mpa (Maulida,2014).

Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam padi adalah 94-96%, dengan *Pozzolanic Activit Index* 87% dan apabila mendekati atau dibawah 90% kemungkinan disebabkan oleh sample sekam yang telah terkontaminasi dengan zat lain yang kandungan silikatnya rendah.

Abu sekam padi bisa menjadi salah satu bahan yang potensial digunakan Indonesia karena produksi yang tinggi dan penyebaran yang luas. Abu sekam padi didapatkan dari pembakaran sekam padi suhu tertentu yang dapat dipakai dalam campuran beton. (Septian, 2020)

Abu sekam padi memiliki sifat sebagai pengikat dicampur dengan air, disamping itu juga merupakan pengikat pasir. Pasir silika mempunyai sifat *hidropilic*, yaitu sifat yang memiliki sebuah material untuk menarik dan mengikat air pada permukaannya. Abu sekam padi merupakan material bersifat sebagai pengisi yang mengandung unsur-unsur bermanfaat dalam meningkatkan kuat tekan dan tarik beton (Septian, 2020).

Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi (Septian, 2020)

Komponen	% Berat
$CO_2$	0,10%
$SiO_2$	89,90%
$K_2O$	4,50%
$P_2O_5$	2,45%
$CaO$	1,01%
$MgO$	0,79%
$Fe_2O_3$	0,47%
$Al_2O_3$	0,46%
$MnO$	0,14%

## 2.7 Suhu

Suhu merupakan ukuran derajat panas atau dingnnya suatu benda atau sistem. Suhu didefiisikan sebagai suatu besaran fisika yang dimiliki bersama antara dua benda atau lebih yang berada dalam keseimbangan termal. Jika panas dialirkan pada suhu benda, maka benda tersebut akan turun jika benda yang bersangkutan kehilangan panas. Akan tetapi hubungan antara satuan panas dengan suhu tidak merupakan suatu konstanta, karena besarnya penitngkatan suhu akibat penerimaan panas dalam umlah tertentu akan dipernagruhi oleh daya tumpang panas (*heat capacity*) yang oleh pengaruh suhu terhadap perpindahan panas pada material yang berbeda 64 benda penerima tersebut (Suku dkk, 2016).

Kalor adalah sesuatu yang dipindahkan diatar sebuah sistem dan sekelilingnya sebagai akibat dari hanya perbedaan tempertaur. Konsep kalor adalah sebuah zat yang jumlah seluruhnya tetap konstan akhirnya tidak mendapat dukungan eksperimen. Nilai kalor *polyethylene terephthylene* (PET) 3,472 j/kg setara dengan 0,83 kalori (Barus, 2021).

Tabel 2. 3 Konduksi Termal Berbagai Bahan (W.F.Stoecker, 1992)

Bahan	Suhu°C	Rapat masa Kg/m <sup>3</sup>	Daya hanta
Aluminium (murni)	20	2707	204
Tembaga	20	8954	385
Bata luar (face brick)	20	2000	1,32
Kaca jendela	20	2700	0,78
Air	21	997	0,604
Kayu	23	640	0,147

### 1. Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah dimana kalor mengalir dari tempat tempat yang bertemperatur tinggi ke tempatur rendah dalam suatu medium (cair, padat, gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi momentum.

### 2. Perpindahan Panas Secara Konveksi

Perpindahan kalor ini adalah perpindahan panas dari suatu zat ke zat yang lain disertai dengan gerakan parikel atau zat tersebut secara fisik. Pana dipindahkan oleh melekul-molekul yang bergerak (mengalir). Oleh karena adanya dorongan bergerak. Disini kecepatan gerak (aliran) memegang peranan penting. Konveksi hanya terjadi pada fluida.

### 3. Perpindahan Panas Secara Radiasi

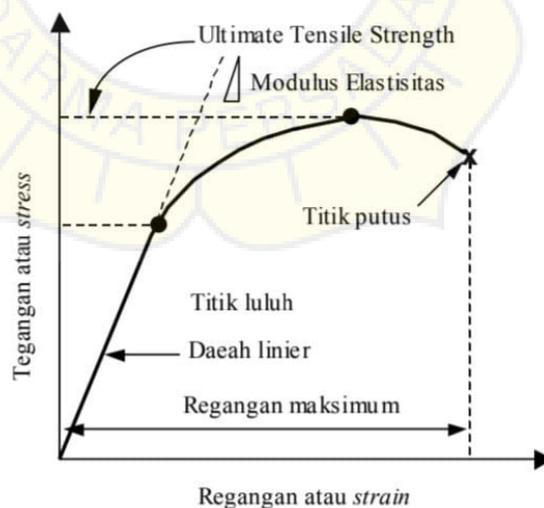
Perpindahan kalor ini yaitu panas tanpa melalui media. Suatu energi dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lainnya degan pancaran gelombang elektromagnetik dimana tenaga elektromagnetik ini akan berubah menjadi panas jika terserap oleh benda yang lain.

## 2.8 Uji Tarik

Untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan, maka kita perlu melakukan pengujian terhadap bahan tersebut. Ada empat jenis uji coba yang bisa dilakukan, yakni uji coba yang biasa dilakukan, yakni uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji torsi (*torsion test*), dan uji geser (*shear test*).

Uji Tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan gaya yang sesumbu (Budiono, 2015).

Uji Tarik mungkin adalah cara pengujian bahan mendasar. Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan (Dieter, 1987). Pada uji tarik diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1995)



Gambar 2. 1 Tegangan Regangan

Kurva tegangan regangan diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji. Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan mesin uji tarik atau universal testing standar. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM D738.

Hubungan anatara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

$\sigma$  = tegangan (Mpa)

P = beban (N)

A = luas penampang ( $mm^2$ )

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*gage lenght*). Nilai regangan ini adalah regangan proposional yang didapat dari garis. Proposional pada grafik tegangan-  
tegangan hasil uji tarik (Standar ASTM D 638).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

$\varepsilon$  = regangan (mm)

$\Delta L$  = pertambahan panjang (mm)

$l_0$  = panjang daerah ukur (*gage lenght*)(mm)

Pada daerah proposional yaitu dimana tegangan regangan yang terjadi masih sebanding, defleksi yang terjadi masih bersifat elastis dan masih berlaku hukum

Hooke. Besarnya nilai modulus elastis komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan (Standar ASTM D 638)

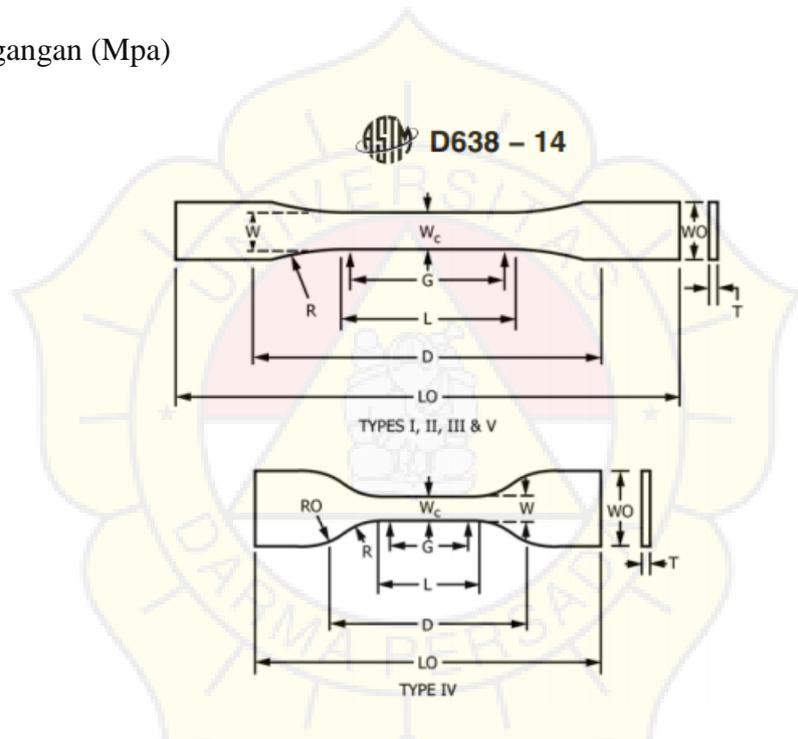
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

$E$  = modulus elastisitas (Mpa)

$\varepsilon$  = regangan (mm/mm)

$\sigma$  = tegangan (Mpa)



Gambar 2. 2 Bentuk Spesimen ASTM D638 T

Tabel 2. 4 Standart Ukuran Dimensi Specimen ASTM D 638 Type 1

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

Elastisitas adalah bahan yang mudah diregangkan serta cenderung pulih ke keadaan semula, dengan mengenakan gaya reaksi elastisitas atas gaya tegangan yang meregangkannya. Pada hakikatnya semua bahan memiliki sifat elastik meskioun boleh jadi amat sukar diregangkan. (Souisa, 2011)

Tegangan adalah jumlah perbandingan gaya atau reaksi dengan luas penampang. Regangan adalah perubahan ukuran dari panjang awal sebagai hasil gaya yang menarik atau menekan pada material. (Pradani dkk, 2021)