

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Teknik

Bahan atau material merupakan kebutuhan bagi manusia mulai zaman dahulu sampai sekarang. *Material science* (ilmu material) adalah disiplin ilmu yang mempelajari hubungan antara struktur material dengan sifat-sifat material. *Material engineering* (rekayasa material) merupakan dasar hubungan struktur dan sifat bahan, mendisain struktur bahan untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. Berdasarkan pengertian tersebut maka material teknik adalah material yang digunakan untuk menyusun sebuah benda dan digunakan untuk perancangan dan perancangan di bidang teknik (Diktat Material Teknik, Ir. Asyari Daryus SE. MSc.)

Ilmu material teknik ini mempelajari tentang hubungan antara struktur, sifat, pemrosesan, dan kinerja material, serta mengeksplorasi hubungan tersebut sehingga dapat menghasilkan suatu produk yang memiliki sifat yang sesuai dengan desain. Material menjadi tonggak sejarah peradaban manusia, dimana kita mengenal adanya zaman batu, zaman besi, dan zaman perunggu. Pada zaman sekarang material telah memainkan peranan yang sangat penting dalam perkembangan teknologi (Ario Kurniadi, 2013).

Secara garis besar material dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu : (1) Logam, (2) Polimer, (3) Keramik, (4) Komposit. Dengan mempelajari hal tersebut kita dapat memilih dan mendesain material yang paling tepat untuk setiap aplikasi, serta dapat menentukan teknik pemrosesan yang paling tepat. Salah satu bahan terbaru adalah bahan komposit, yang memiliki keunggulan diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, dan tahan korosi di bandingkan dengan bahan konvensional seperti logam.

2.2 Material Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana akan terbentuk material yang lebih baik dari material pembentuknya. Dikarenakan karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material-material pembentuknya. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu penguat (*reinforcement*) dan matriks sebagai pengikat (Sirait, 2010).

Menurut Mathews dkk. (1993), komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Bahan penyusun komposit tersebut masing-masing memiliki sifat yang berbeda, dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu terbentuk sifat-sifat baru, yang disesuaikan dengan keinginan (Krevelen, 1994).

Penjelasan lain tentang komposit juga diutarakan oleh Van Rijswijk, M.Sc, dkk (2001), dalam bukunya *Natural Fibre Composites*, komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik.

Ada tiga faktor yang menentukan sifat-sifat dari material komposit, yaitu:

1. Material pembentuk. Sifat-sifat intrinsik material pembentuk memegang peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat kompositnya.
2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap-tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda baik dalam hal

bahannya maupun bentuknya, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda (Sirait, 2010).

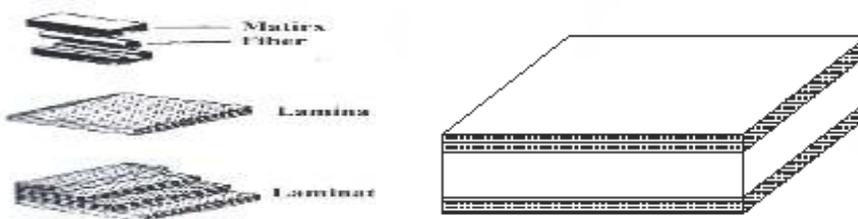
Berdasarkan gabungan dari dua literatur (Bondan T. Sofyan, 2010 dan Robert L. Mott, P.E, 2009) maka pengertian komposit dapat didefinisikan sebagai suatu material yang terdiri atas beberapa material, dimana sifat-sifat yang dimilikinya merupakan gabungan dari sifat material penyusunnya. Sehingga akan menghasilkan sifat-sifat yang berbeda dan umumnya lebih unggul dari sifat-sifat yang dimiliki oleh bahan-bahan penyusunnya sendiri.

Secara umum material komposit tersusun dari dua komponen utama yaitu matrik (bahan pengikat) dan filler (bahan pengisi). Filler adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Gibson (1984) mengatakan bahwa matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit.

Berdasarkan bahan penguat, material komposit dapat di klasifikasikan menjadi komposit laminat, komposit partikel, komposit serat, dan komposit serpihan.

2.2.1 Komposit Laminat (*Laminated Composites*)

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri. Untuk lebih jelasnya tentang keterangan yang telah dikemukakan maka dapat dilihat pada gambar 2.1 komposit laminat.

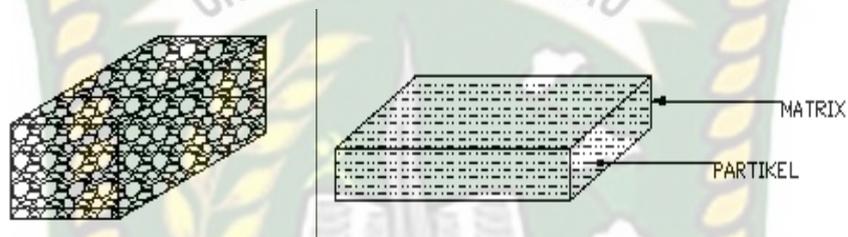


Gambar 2.1 Komposit Laminat (<http://adenholics.blogspot.co.id>)

Pada gambar 2.1 terlihat bentuk dari matrix fiber, lamina, dan laminat disana dapat terlihat jelas perbedaan dari pada bentuk serat tersebut.

2.2.2 Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.2 Komposit Partikel (Skripsi Hal 11, Fajar Sodik. 2016)

Pada gambar 2.2 terlihat susunan komposit partikel dengan matrix menggunakan serbuk sebagai penguatnya.

2.2.3 Komposit serat (*fiber composite*)

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

Bila peningkatan kekuatan menjadi tujuan utama, komponen penguat harus mempunyai rasio aspek yang besar, yaitu rasio panjang terhadap diameter harus tinggi, agar beban ditransfer melewati titik dimana mungkin terjadi perpatahan (Vlack L. H., 2004).

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum.

Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dari pada matrik penyusun komposit (Vlack L. H., 1985).

Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu:

1. Komposit serat pendek (*short fiber composite*)

Berdasarkan arah orientasi material komposit yang diperkuat dengan serat pendek dapat dibagi lagi menjadi dua bagian yaitu serat acak (*inplane random orientasi*) dan serat satu arah.

Tipe serat acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.

2. Komposit serat panjang (*long fiber composite*)

Keistimewaan komposit serat panjang adalah lebih mudah diorientasikan, jika dibandingkan dengan serat pendek. Secara teoritis serat panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan dari suatu titik pemakaiannya.

Perbedaan serat panjang dan serat pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung atau kelemahan matriks akan menentukan sifat dari produk komposit tersebut yakni jauh lebih kecil dibandingkan dengan besaran yang terdapat pada serat panjang.

2.2.4 Komposit serpihan (*flake komposite*)

Komposit serpihan terdiri atas serpihan-serpihan yang saling menahan dengan mengikat permukaan atau dimasukkan ke dalam matriks. Pengertian dari serpihan adalah partikel kecil yang telah ditentukan sebelumnya yang dihasilkan dalam peralatan yang khusus dengan orientasi serat sejajar permukaannya. Sifat-sifat khusus yang dapat diperoleh dari serpihan adalah bentuknya besar dan datar sehingga dapat disusun dengan rapat untuk menghasilkan suatu bahan penguat yang tinggi untuk luas penampang lintang tertentu. Pada umumnya serpihan-serpihan saling tumpang tindih pada suatu komposit sehingga dapat membentuk

lintasan fluida ataupun uap yang dapat mengurangi kerusakan mekanis karena penetrasi atau perembesan.

2.3 Papan Partikel

Papan partikel merupakan salah satu jenis produk komposit atau panil kayu yang terbuat dari partikel-partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat menggunakan perekat sintesis atau bahan pengikat lain dan dikempa panas (Maloney 1993). Sifat bahan baku kayu sangat berpengaruh terhadap sifat papan partikelnya. Sifat kayu tersebut antara lain jenis dan kerapatan kayu, penggunaan kulit kayu, bentuk dan ukuran bahan baku, penggunaan kulit kayu, tipe, ukuran dan geometri partikel kayu, kadar air kayu, dan kandungan ekstraktifnya (Bowyer *et al.* 2003).

Papan partikel mempunyai beberapa kelebihan dibanding kayu asalnya yaitu papan partikel bebas dari mata kayu, pecah dan retak, ukuran dan kerapatan papan partikel dapat disesuaikan dengan kebutuhan, tebal dan kerapatannya seragam dan mudah dikerjakan, mempunyai sifat isotropis, sifat dan kualitasnya dapat diatur. Kelemahan papan partikel adalah stabilitas dimensinya yang rendah.



Gambar 2.3 Papan partikel (<https://3.bp.blogspot.com>)

Nuryawan *et al* (2005) menyatakan bahwa proses pembuatan papan partikel terdiri atas tahap-tahap seperti :

1. Penyiapan partikel kayu
2. Pengeringan
3. *Refining*

4. Pemisahan partikel kayu
5. Perekatan
6. Pembentukan lembaran papan (*mat forming*)
7. Pengempaan (*pressing*)
8. Pengkondisian (*conditioning*)
9. *Finishing*

Mutu Papan Partikel :

Sutigno (1994) menyebutkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi mutu papan partikel, yaitu :

1. Berat jenis kayu

Perbandingan antara kerapatan atau berat jenis papan partikel dengan berat jenis kayu harus lebih besar dari satu, yaitu sekitar 1,3 agar mutu papan partikelnya baik. Pada keadaan tersebut proses pengempaan berjalan optimal sehingga kontak antar partikel baik.

2. Zat ekstraktif kayu

Kayu yang berminyak akan menghasilkan papan partikel yang kurang baik dibandingkan dengan papan partikel dari kayu yang tidak berminyak. Zat ekstraktif semacam itu akan mengganggu proses perekatan.

3. Jenis kayu

Jenis kayu (misalnya meranti kuning) yang kalau dibuat papan partikel emisi formaldehidanya lebih tinggi dari jenis lain (misalnya meranti merah). Masih diperdebatkan apakah karena pengaruh warna atau pengaruh zat ekstraktif atau pengaruh keduanya.

4. Campuran jenis kayu

Keteguhan lentur papan partikel dari campuran jenis kayu ada di antara keteguhan lentur papan partikel dari jenis tunggalnya, karena itu papan partikel struktural lebih baik dibuat dari satu jenis kayu daripada dari campuran jenis kayu.

5. Ukuran partikel

Papan partikel yang dibuat dari tatal akan lebih baik dari pada yang dibuat dari serbuk karena ukuran tatal lebih besar daripada serbuk. Karena itu,

papan partikel struktural dibuat dari partikel yang relatif panjang dan relatif lebar.

6. Kulit kayu

Makin banyak kulit kayu dalam partikel kayu sifat papan partikelnya makin kurang baik karena kulit kayu akan mengganggu proses perekatan antar partikel. Banyaknya kulit kayu maksimum 10%.

7. Perekat

Jenis perekat yang dipakai mempengaruhi sifat papan partikel. Penggunaan perekat eksterior akan menghasilkan papan partikel eksterior sedangkan pemakaian perekat interior akan menghasilkan papan partikel interior. Walaupun demikian, masih mungkin terjadi penyimpangan, misalnya karena ada perbedaan komposisi perekat dan terdapat banyak sifat papan partikel.

Berdasarkan kerapatannya, Maloney (1993) membagi papan partikel menjadi beberapa golongan, yaitu:

- a. Papan partikel berkerapatan rendah (*low density particleboard*), yaitu papan yang mempunyai kerapatan kurang dari $0,4 \text{ gr/cm}^3$.
- b. Papan partikel berkerapatan sedang (*medium density particleboard*), yaitu papan yang mempunyai kerapatan antara $0,4-0,8 \text{ gr/cm}^3$.
- c. Papan partikel berkerapatan tinggi (*high density particleboard*), yaitu papan yang mempunyai kerapatan lebih dari $0,8 \text{ gr/cm}^3$.

Berdasarkan dari maksud pembuatan papan partikel yang merupakan alternatif pengganti bahan baku kayu, papan partikel dapat diaplikasikan dalam berbagai keperluan terutama dalam kebutuhan indoor seperti pembuatan lemari, meja, papan sekat antar ruangan dan box speaker untuk audio.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006 :

Standar ini mencakup definisi, istilah, klasifikasi, syarat mutu, cara pengukuran dimensi, cara pengambilan contoh, cara pengujian, cara lulus uji, syarat pendanaan dan cara pengemasan. Parameter sifat fisis-mekanis papan partikel menurut SNI 03-2105-1996 :

$$\text{Kerapatan (Kg/cm}^2 \text{)} = 0,40-0,90$$

Kadar air (%) = < 14%

Daya Serap air (%) = -

Pengembangan tebal (%) = Maks 12

MOR (Kg/cm^2) = Min 82

MOE (Kg/cm^2) = Min 20400

Keteguhan tarik (kg/cm^2) = 1,5

Kuat pegang sekrup (Kg) = Min 31

2.4 Pelelah Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan tanaman yang tergolong dalam kelompok palmae yang tumbuh baik di daerah tropis. Tanaman kelapa sawit berasal dari Afrika dan masuk ke Indonesia pada tahun 1848 dan dikembangkan pertama kali di Kebun Raya Bogor, dari sinilah kelapa sawit disebarluaskan ke Sumatera dan Malaysia (Aritonang, 1986). Pada tahun 2011, Indonesia merupakan negara terbesar yang memiliki areal perkebunan kelapa sawit mencapai lebih dari 10,2 juta ha, tersebar hampir diseluruh wilayah indonesia dengan tingkat pertumbuhan rata-rata 2,78% pertahun (BPS 2014). Dari perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah padat seperti tandan kosong, cangkang, batang, dan pelelah.

Pelelah kelapa sawit merupakan hasil sampingan dari pemanenan buah kelapa sawit. Ketersediaan bahan ini cukup melimpah, tersedia 10 ton/ha/tahun limbah pelelah kering hasil pemangkasan (Sahmadi, 2006), dan sampai saat ini pemanfaatannya masih sangat terbatas. Pelelah sawit merupakan hasil pertumbuhan tunas sampai menjadi pelelah tua memerlukan waktu sekitar 8 bulan dan selanjutnya dapat dipangkas agar tanaman kelapa sawit menjadi sehat dan produktif.

Sebagai bagian dari tanaman, pelelah sawit saat ini lebih banyak dimanfaatkan untuk bahan kompos dan pakan ternak karena mengandung bahan berserat dan karbohidrat yang cukup tinggi. Pemanfaatan pelelah sawit sebagai sumber bahan baku industri perkayuan yang ekonomis belum ada karena bentuk dan sifatnya yang tidak mungkin dimanfaatkan secara langsung sebagai kayu

struktural untuk menahan beban, sehingga menjadi peluang untuk diolah menjadi papan komposit.



Gambar 2.4 pelelah kelapa sawit (<http://deaagnes421.blogspot.co.id>)

Pelelah kelapa sawit adalah bahan berlignoselulosa yang kaya akan serat dengan kandungan selulosa (51%) dan hamiselulosa (15%) (khalil et al, 2012). Oleh karena itu pelelah kelapa sawit memiliki potensi sebagai bahan alternatif pada komposit papan partikel.

2.5 Matriks

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah. Matriks dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer atau logam. Syarat pokok matriks yang digunakan dalam komposit adalah matriks harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompetibel antara serat dan matriks. Matriks dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Selain itu, matriks berfungsi sebagai pelapis serat, mentransfer tegangan keserat, dan tetap stabil setelah proses manufaktur. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan lunak dan liat. Polimer (plastik) merupakan bahan umum yang bisa digunakan dalam komposit. Matriks juga umumnya dipilih dari kemampuannya menahan panas. Epoksi, poliester, dan vinilester adalah bahan-bahan polimer yang sejak dahulu telah dipakai sebagai bahan matriks (Fajar Sodik, 2016).

Persyaratan dibawah ini perlu dipenuhi sebagai bahan matriks untuk pencetakan bahan komposit :

1. Resin yang dipakai perlu memiliki viskositas rendah, dapat sesuai dengan bahan penguat dan permeable.
2. Dapat diukur pada temperatur kamar dalam waktu yang optimal.
3. Mempunyai penyusutan yang kecil dalam pengawetan.
4. Memiliki kelengketan yang baik dengan bahan penguat.
5. Mempunyai sifat baik dari bahan yang diawetkan.

Umumnya matriks yang dipilih mempunyai ketahanan panas yang tinggi (*Materail teknik, buku pegangan kuliah*, Triyono dan Diharjo, 2000). Sebagai bahan penyusun utama dari komposit, matriks harus mengikat penguat (serat) secara optimal agar beban yang diterima dapat diteruskan keserat dengan maksimal, sehingga diperoleh kekuatan yang tinggi.

Pada dasarnya matriks dalam komposit berfungsi untuk (*Materail teknik, buku pegangan kuliah*, Diharjo, 1999):

1. Melindungi dari pengaruh lingkungan yang merugikan.
2. Mencegah permukaan serat dari permukaan mekanik.
3. Mencegah dan mempertahankan posisi serat agar tetap pada posisinya.
4. Mendistribusikan beban yang diterima pada serat secara merata.
5. Memberikan sifat-sifat tertentu pada serat yaitu: keuletan, ketangguhan, dan ketahanan panas.

2.6 *Kopal (damar).*

Damar adalah salah satu hasil hutan non kayu yang sudah lama dikenal, yaitu suatu getah yang merupakan senyawa *polysacarida* yang dihasilkan oleh jenis-jenis pohon hutan tertentu. Sampai saat ini damar cukup banyak digunakan orang antara lain untuk bahan vernis, bahan penolong dalam pembuatan perahu, sebagai pembungkus kabel laut/ tanah dan sebagai perekat pada komposit. Damar dihasilkan oleh jenis-jenis pohon dari genus: *Hopea*, *Balonocarpus*, *Vatica*, *Canoriurn*, dan *Agathis* (Ambrizal, 2016).

Resin, cairan getah lengket yang dipanen dari beberapa jenis pohon hutan, merupakan produk dagang tertua dari hutan alam Asia Tenggara. Spesimen resin dapat ditemukan di situs-situs prasejarah, membuktikan bahwa kegiatan pengumpulan hasil hutan sudah sejak lama dilakukan. Hutan-hutan alam Indonesia menghasilkan berbagai jenis resin. Terpentin (resin Pinus) dan kopal (resin Agathis) pernah menjadi resin bernilai ekonomi yang diperdagangkan dari Indonesia sebelum Perang Dunia II. Damar adalah istilah yang umum digunakan di Indonesia untuk menamakan resin dari pohon-pohon yang termasuk suku *Dipterocarpaceae* dan beberapa suku pohon hutan lainnya. Sekitar 115 spesies, yang termasuk anggota tujuh (dari sepuluh) marga *Dipterocarpaceae* menghasilkan damar. Pohon-pohon dipterokarpa ini tumbuh dominan di hutan dataran rendah Asia Tenggara, karena itu damar merupakan jenis resin yang lazim dikenal di Indonesia bagian barat. Biasanya, damar dianggap sebagai resin yang bermutu rendah dibanding kopal atau terpenting (Ambrizal, 2016).

Ada dua macam damar yang dikenal umum, dengan kualitas yang jauh berbeda. Pertama adalah damar batu, yaitu damar bermutu rendah berwarna coklat kehitaman, yang keluar dengan sendirinya dari pohon yang terluka. Gumpalan-gumpalan besar yang jatuh dari kulit pohon dapat dikumpulkan dengan menggali tanah di sekeliling pohon. Di seputar pohon-pohon penghasil yang tua biasanya terdapat banyak sekali damar batu. Kedua, adalah damar mata kucing; yaitu damar yang bening atau kekuningan yang bermutu tinggi, sebanding dengan kopal, yang dipanen dengan cara melukai kulit pohon. Sekitar 40 spesies dari genus *Shorea* dan *Hopea* menghasilkan damar mata kucing, di antaranya yang terbaik adalah *Shorea javanica* dan *Hopea dryobalanoides*.

Tak banyak yang tahu tentang damar. Padahal, dari pohon damar bisa diambil banyak manfaat. Kayu pohon damar bisa dipakai untuk perahu boat. Kekuatannya tangguh, tapi memiliki bobot yang ringan. Batangnya yang tegak lurus itulah membuat kayu dari pohon damar pun banyak yang lurus-lurus. Sedangkan daunnya lebar, lonjong tapi pipih.

Biasa kayu pohon damar juga dijadikan bahan pembuat kertas, alat rumah tangga, alat musik dan alat olahraga. Dalam bahasa ahli bangunan, kualitas kayu pohon damar termasuk kualitas IV, dan kekuatannya kelas III. Sedangkan getahnya bisa diambil untuk bahan cat, kosmetik, plastik, vernis, bahkan korek api. Tumbuhnya damar ada Sebagian besar tumbuh di hutan primer. Itu antara lain banyak ditemukan di kawasan hutan Lampung, Sumatera Selatan, Sulawesi, Kalimantan, dan Irian Jaya. Memiliki rata-rata ketinggian 50 meter, diameternya rata-rata 2 meter. Yang paling diburu orang dari damar adalah getahnya. Getah damar ini mengandung unsur kimia resin yang juga bisa berkasiat untuk obat gosok. Selain itu juga bisa dipakai untuk bahan pengawet binatang bahkan tumbuh-tumbuhan (Ambrizal, 2016)

2.7 Plastik

Menurut Osswald dan Menges (1996) dalam Mulyadi (2001), secara garis besar plastik dapat dibedakan atas dua tipe yaitu plastik yang bersifat termoplastik dan plastik yang bersifat *thermoset*.

a. Termoplastik

Termoplastik adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycling*) dengan temperatur tinggi (panas). Termoplastik merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. Jika dipanaskan, material ini memiliki kemampuan untuk mengalir atau mencair kembali. Polimer termoplastik terdiri dari dua tipe struktur yang berbeda yaitu amorf dan semi kristalin.

Polimer amorf merupakan polimer dengan struktur molekul yang tersusun secara acak. Pada suhu di bawah *Glass Transition Temperature* (T_g), rantai polimer amorf beku pada keadaan tertentu dan polimer menjadi zat yang keras atau mudah hancur dan rapuh. Dengan naiknya suhu mendekati T_g , polimer menjadi lebih kenyal dan cukup air. Contoh polimer yang termasuk amorf termoplastik adalah *polystyrene*, *polymethyl methacrylate*, *polycarbonate*, *unplastikized polyvinyl chloride*, dan *plastikized polyvinyl chloride* (Rizka Hasni, 2008).

Sebaliknya polimer semi kristalin memiliki struktur yang tersusun secara lebih teratur daripada amorf. Di atas suhu leleh, bagian semi kristalin akan menjadi cairan yang kental sehingga memungkinkan polimer mampu mengalir. Dengan demikian polimer ini dapat dibentuk dengan teknik yang biasa dipakai untuk termoplastik. Misalnya ketika polimer melunak, dapat disuntikan ke dalam pencetak dan dibiarkan mengeras sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Akan tetapi ketika polimer telah dingin, bahan akan kenyal karena tengah rantai polimernya terdapat bagian amorf. Contoh polimer semi kristalin adalah *High Density Polyethylene* (HDPE), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polyamida* dan *Polytetrafluoroethylene* (Osswald dan Menges 1996).

Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) merupakan termoplastik *Polyethylene* yang dibuat dari petroleum (Wikipedia 2007). HDPE merupakan jenis *polyethylene* yang mempunyai kerapatan tinggi. HDPE lebih keras, lebih kuat dan lebih berat dari *Low Density Polyethylene* (LDPE), tetapi kurang bisa diperpanjang. HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang sedikit lebih aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan atau minuman yang dikemas dengan plastik jenis ini. Walau begitu, plastik jenis ini juga direkomendasikan hanya untuk sekali pakai, karena pelepasan senyawa *antimoni trioksida* yang dapat meningkat seiring dengan waktu. Plastik jenis ini biasanya diberi kode 2 dan biasanya dipakai untuk botol susu yang berwarna putih susu, *tupperware*, galon air minum, dan lain-lain.

LDPE atau *low density polyethylene* adalah jenis plastik yang biasa dipakai untuk tempat makanan (*Tupperware*), plastik kemasan makanan, dan beberapa botol-botol yang dipakai untuk kemasan minuman. Jenis plastik ini biasa diberi dengan kode 4. Jenis plastik ini dapat di daur ulang dan baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat. Jenis plastik dengan kode 4 cukup sulit untuk dihancurkan tetapi tetap baik untuk tempat

makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan jenis plastik ini.

PS atau *Polystyrene* biasa dipakai sebagai bahan tempat makan jenis *styrofoam*, tempat minum sekali pakai, dan lain-lain. Bahan *Polystyrene* bisa membocorkan bahan *styrene* ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. Bahan *Styrene* sangat berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, dan sistem syaraf. Bahan ini harus dihindari di beberapa negara maju seperti Amerika dan beberapa negara di Eropa telah melarang penggunaan plastik ini.

b. *Thermoset*

Osswald dan Menges (1996) menyatakan bahwa *thermoset* adalah bahan-bahan polimer yang memiliki kemampuan untuk berikatan silang sehingga menyebabkan tahan terhadap panas jika sudah mengalami pengerasan. Menurut Syarief *et al.* (1989), pemanasan yang tinggi melunakkan plastik *thermoset* tetapi akan membentuk arang atau terurai. Karena sifatnya yang demikian, sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis *melamine*. Contoh plastik *thermoset* adalah *epoxy*, *phenolics*, dan *unsaturated polyester* (Osswald dan Menges 1996).

Epoxy atau *polyepoxide* adalah sebuah polimer *epoxide thermosetting* yang bertambah bagus bila dicampur dengan sebuah agen katalis atau "pengeras". Kebanyakan resin *epoxy* diproduksi dari reaksi antara *epichlorohydrin* dan *bisphenol-A*. Percobaan komersial pertama untuk menyiapkan resin dari *epichlorohydrin* terjadi pada 1927 di Amerika Serikat (Wikipedia 2008).

2.8 *Polypropylene*

Polypropylene merupakan salah satu jenis termoplastik. Plastik jenis ini dapat digunakan sebagai perekat termoplastik dalam pembuatan papan partikel. *Polypropylene* termasuk jenis plastik *Olefin* dan merupakan *polymer* dari *Propylene*. Diantara material plastik lainnya, *Polypropylene* memiliki kerapatan

yang paling rendah, yaitu berkisar antara 0.9 – 0.915 dengan Tg berkisar -20°C , serta titik leleh yang tinggi ($165 - 170^{\circ}\text{C}$).

Dengan sifat yang tahan terhadap panas dan bahan-bahan kimia, *Polypropylene* merupakan satu-satunya plastik yang mampu dikombinasikan untuk berbagai tujuan elektrikal. Rigiditas, kekerasan, stabilitas dimensi, permukaan, dan *melt flow* lebih baik dibandingkan material termoplastik lainnya. Selain itu harganya juga lebih murah (Meier 1996 dalam Setyawati, 2003). Selanjutnya Meier menyatakan karena sifat-sifatnya tersebut, *Polypropylene* memiliki potensi sebagai matrik *molding* dalam pembuatan produk dalam skala besar.

sifat-sifat *Polypropylene* antara lain :

1. Terbakar bila dinyalakan dan menjadi cair.
2. Memiliki sifat-sifat listrik yang baik, terutama sangat baik dalam sifat khusus frekuensi tinggi.

Monomer yang menyusun *Polypropylene* adalah poliena dengan struktur $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_3$. Monomer propilena merupakan hasil sampingan dari pemurnian minyak bumi. *Polypropylene* merupakan jenis bahan baku plastik yang sangat ringan, densitas $0,89-0,92 \text{ gram/cm}^3$, memiliki kekerasan dan kekuatan yang tinggi dan bersifat kurang stabil terhadap panas karena adanya hydrogen tester. Penggunaan bahan adiktif memungkinkan *Polypropylene* memiliki mutu kimia yang baik sebagai bahan polimer.

Dalam struktur polimer atom-atom karbon terikat secara tetrahedral dengan sudut antara ikatan C - C : $109,5^{\circ}$ dan membentuk rantai zigzag planer tiga dimensi dapat terjadi dalam tiga cara yang berbeda beda tergantung pada posisi gugus metal satu sama lain. Ini menghasilkan struktur isotartik, sindiotaktik dan ataktik. Ketiga struktur *Polypropylene* tersebut pada pokoknya secara kimia berbeda satu sama lainnya.

Polypropylene merupakan polimer termoplastik yang penting dan luas penggunaannya disamping polietilen dan polivilin klorida. Perkembangan berbagai variasi dan luasnya jenis penggunaannya, maka memungkinkan untuk

memanipulasi dengan berbagai adiktif untuk mendapatkan bahan polimer yang yang dapat dipakai untuk berbagai keperluan sehari-hari.

Sifat-sifat *Polypropylene* mempunyai konduktifitas panas yang rendah (0,12 W/m), tegangan permukaan yang rendah, kekuatan benturan yang tinggi, tahan terhadap pelarut organik, bahan kimia anorganik, uap air, minyak, asam dan basa, isolator yang baik tetapi dapat dirusak dengan asam nitrat pekat, mudah terbakar, titik leleh 166 °C dan suhu dekomposisi 380 °C (Cowd,1991).

Pada suhu kamar *Polypropylene* sukar larut dalam toluene, sedangkan dalam xilena larut dengan bantuan pemanas, akan tetapi *Polypropylene* dapat terdegradasi oleh zat pengoksidasi seperti asam nitrat dan hydrogen peroksida (Al- Malaika,1983).

Polypropylene diproduksi sejak tahun 1985 dengan menggunakan katalis zigler. Polimer khas ruang (stereo spesifik) ini khususnya disintesis isotartik sehingga kekristalannya tinggi. Karna keteraturan ruang ruang polimer ini maka rantai dapat terjajal sehingga menghasilkan plastik yang kuat terhadap panas. Sehingga jenis plastik komoditas, *Polypropylene* banyak digunakan untuk komponen kendaraan bermotor, bagian dalam mesin cuci, botol kemasan, peralatan rumah tangga, bahan serat, isolator listrik, filem, kemasan (berupa lembaran tipis) makanan dan barang (Cowd,1991).

2.9 Maleat Anhidrida

Maleat anhidrida masih digunakan dalam penelitian polimer. Maleat anhidrida dapat dibuat dari asam maleat, Maleat anhidrida adalah senyawa vinil tidak jenuh dengan berat jenis 1,5. *Maleat anhidrida* mempunyai sifat kimia khas yaitu adanya ikatan etilenik dengan gugus karbonil didalamnya, ikatan ini berperan dalam reaksi adisi (Evrianni, 2009).

Dalam penelitian Stark (2002) dalam Winandy, dkk. (2004) menyebutkan penggunaan maleat polipropilena sebagai *coupling agent*, meningkatkan sifat mekanis komposit dari daur ulang serat kayu dan polipropilena. MAH dapat

diberikan pada polimer seperti polipropilena, polietilen untuk membentuk modifikasi polimer MAH dengan kehadiran *peroxide*.

2.10 Campuran

Campuran merupakan suatu gabungan yang terjadi atas beberapa zat dengan perbandingannya yang tidak tetap dan tanpa melakukan reaksi kimia.

Komposisi campuran serat dan campuran matrik

$$V_f + V_m = 1 \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan : V_f = Volume Serat (cm^3)

V_m = Volume Matrik (cm^3)

Sifat asli dalam suatu zat pembentuk campuran yaitu ada yang masih dapat dibedakan satu sama lain. Berdasarkan homogenitasnya, campuran itu dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu sebagai berikut.

1. Campuran Homogen

Campuran homogen ialah campuran yang terdiri diantara dua zat atau lebih yang apabila partikel-partikel penyusunnya itu tidak bisa lagi dibedakan. Campuran homogen itu punya suatu bagian-bagian penyusun yang sama. Larutan merupakan campuran yang ada dalam suatu homogen. Oleh karenanya, campuran homogen kerap sekali disebut larutan. Dalam larutan, zat itu dapat terlarut dan itu disebut dengan solute, sedangkan zat pelarut dinamakan solvent. Berikut ini adalah sifat dari larutan.

- ❖ Dalam larutan itu terdiri atas dua zat atau lebih yang setiap partikelnya itu penyusunnya menyebar dan merata diseluruh larutan.
- ❖ Dalam larutan ukuran partikel larutan itu kurang dari 10 mm.
- ❖ Setiap partikel penyusun larutan menyebar merata di seluruh larutan.

2. Campuran Heterogen

Campuran heterogen merupakan campuran antara dua macam zat atau lebih yang partikel-partikel penyusunnya masih dapat dibedakan satu sama lainnya. Campuran heterogen itu dapat dibedakan menjadi 2 yaitu sebagai berikut :

- ❖ Koloid

Partikel-partikel yang ada dalam koloid hanya dapat terlihat dengan menggunakan suatu alat jenis mikroskop yang dinamakan mikroskop ultra. Ukuran partikel yang terdapat dalam larutan kira-kira antara 10 sampai dengan 1000 nm. Partikelnya pun menyebar, tetapi tidak bisa mengendap, serta tidak dapat menghamburkan cahaya. Contohnya seperti susu, asap, kabut, agar-agar, kuning telur dll.

❖ Suspensi

Obat batuk cair merupakan contoh larutan heterogen (www.Flicker.com). Partikel-partikel yang terdapat pada suspensi dapat dilihat hanya dengan mikroskop biasa. Ukuran partikelnya pun lebih besar yaitu kira-kira sampai 1000 nm. Suspensi tidak bisa ditembus cahaya. Contohnya seperti minyak dengan air, air keruh, dan air kapur.

2.9.1 Fraksi Volume Serat Material Komposit

Salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik dari komposit adalah perbandingan matriks dan penguat/serat, karena kandungan serat akan mempengaruhi kekuatan material komposit itu sendiri. Dalam menghitung fraksi volume serat parameter yang perlu diketahui adalah berat jenis matriks, berat jenis serat, berat komposit, dan berat serat. Persentasi berat serat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Shackelford, 1992).

$$\text{Volume komposit tanpa serat} : V_{\text{matriks}} = V_{\text{cetakan}} \times \rho_{\text{matriks}} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\text{Dimana} : v_{\text{cetakan}} = \text{Volume cetakan (cm}^3\text{)} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$$

$$\rho_{\text{matriks}} = \text{massa jenis matriks (g/mm}^3\text{)}$$

$$\text{Volume komposit tanpa matriks} : V_{\text{serat}} = V_{\text{cetakan}} \times \rho_{\text{serat}} \dots \dots \dots (2.4)$$

- Dimana : $V_{\text{cetakan}} = \text{Volume cetakan (cm}^3\text{)}$
 $= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tebal}$

$$\rho_{\text{serat}} = \text{massa jenis serat (g/mm}^3\text{)}$$

$$\text{Volume komposit} = (\%_{\text{serat}} \times V_{\text{serat}}) + (\%_{\text{matriks}} \times V_{\text{matriks}}) \dots \dots \dots (2.5)$$

- Dimana : $\%_{\text{serat}} = \text{Persentasi serat}$

$V_{\text{serat}} = \text{Volume serat (gr)}$

$\%_{\text{serat}} = \text{Persentasi serat}$

$V_{\text{matriks}} = \text{Volume matriks (gr)}$

2.11 Pengujian Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu.

Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen. Sifat-sifat mekanik material yang perlu diperhatikan :

- Tegangan yaitu gaya yang diserap oleh material selama berdeformasi persatuan luas.
- Modulus elastisitas yang menunjukkan ukuran kekuatan material.
- Kekuatan yaitu besarnya tegangan untuk mendeformasi material atau kemampuan material untuk menahan deformasi
- Kekuatan luluh yaitu besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mendeformasi plastis.

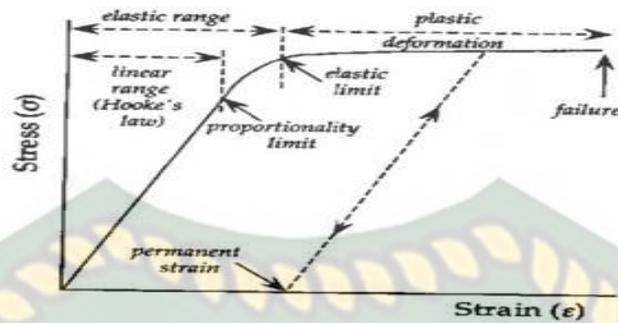
- Kekuatan tarik adalah kekuatan maksimum yang berdasarkan pada ukuran mula.
- Ketangguhan yaitu besar energi yang diperlukan sampai terjadi perpatahan.
- Kekerasan yaitu kemampuan material dalam menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan.
- Regangan yaitu besar deformasi persatuan luas
- Keuletan yaitu besar deformasi plastik sampai terjadi patah.

Berdasarkan keterangan diatas maka perlu dilakukan pengujian pada papan partikel untuk mengetahui kekuatan mekanik yang sesuai dengan berbagai aplikasi dari papan partikel tersebut. Dalam aplikasinya papan partikel banyak digunakan untuk aplikasi interior rumah seperti lemari, meja dan papan sekat antar ruangan, dari semua aplikasi tersebut banyak mendapatkan beban secara vertikal dan horizontal. Maka dari itu pengujian yang cocok digunakan adalah uji tekan dan uji bending.

2.12 Uji Tekan

Kekuatan tekan (*compressive strength*) merupakan kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Uji tekan (*Compressive strength*) adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sumbu secara lambat. Uji tekan ini diperlukan untuk mengetahui kekuatan suatu material. *Compressive strength* menunjukkan bahwa sampai dimana suatu bahan material dapat menerima tekanan maksimal sebelum material itu mengalami penurunan ukuran. Setiap bahan material memiliki nilai kekuatan terhadap gaya yang berbeda-beda tergantung dari jenis bahan material tersebut.

Pada pengujian kekuatan tekan beban diberikan secara kontiniu dan pelan-pelan bertambah kecil, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai penurunan ukuran yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan seperti terlihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Kurva Tegangan-Regangan (faraland.wordpress.com)

Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula batang uji :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana: σ = Tegangan nominal (kg/mm^2)

F_u = Beban (kg)

A_0 = Luas mula dari penampang batang uji (mm^2)

Regangan :

$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana: ε = Regangan (%)

L = Panjang batang uji yang dibebani (mm)

L_0 = Panjang mula dari batang uji (mm)

Keuletan logam ditentukan sebagai regangan tertinggi dalam logam yang dapat dihitung dengan persamaan (2.7) dengan $L = L_f$ seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.13 Dalam hal batang uji bulat keuletan dapat juga dinilai dari reduksi penampang (RA), yang didefinisikan seperti dalam persamaan (2.8).

Reduksi penampang :

$$RA = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana: A_0 = Regangan (%)

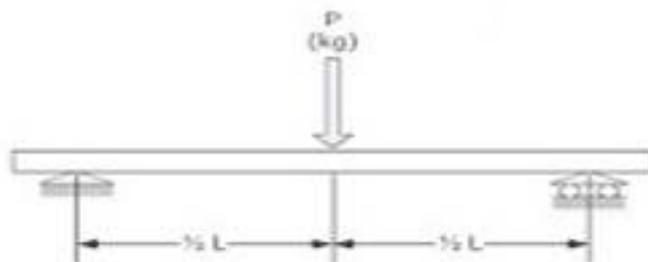
A_f = Panjang batang uji yang dibebani (mm)

2.13 Uji lengkung (*bending*)

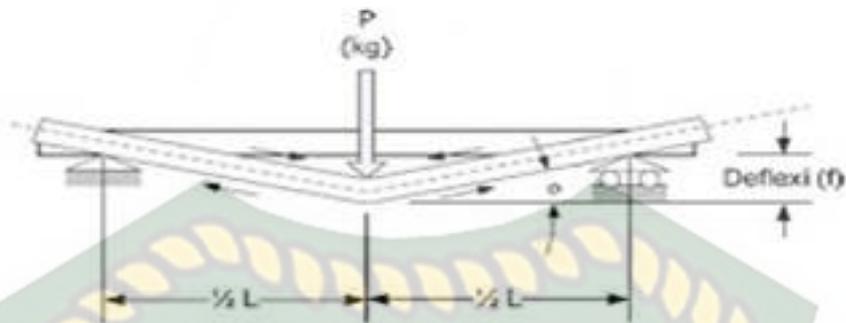


Gambar 2.6 Alat uji lengkung (www.goole.co.id)

Pengujian lengkung merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang dilakukan terhadap spesimen dari bahan baik bahan yang akan digunakan sebagai konstruksi atau komponen yang akan menerima pembebanan lengkung maupun proses pelengkungan dalam pembentukan. Pelengkuan (*bending*) merupakan proses pembebanan terhadap suatu bahan pada suatu titik ditengah-tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Dengan pembebanan ini bahan akan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat yang bersamaan. Gambar 2.7 dan Gambar 2.8 memperlihatkan perilaku bahan uji selama pembebanan lengkung.



Gambar 2.7. Pembebanan lengkung pada uji lengkung (sumber : Reskioga, 2012)



Gambar 2.8. Pengaruh beban lengkung terhadap bahan uji (sumber : Reskioga, 2012)

Sebagaimana perilaku bahan terhadap pembebanan, semua bahan akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) secara bertahap dari elastis menjadi plastis hingga akhirnya mengalami kerusakan (patah). Dalam proses pembebanan lengkung dimana dua gaya bekerja dengan jarak tertentu ($1/2L$) serta arah yang berlawanan bekerja secara beramaan (lihat gambar 2.6), maka Momen lengkung (M_b) itu akan bekerja dan ditahan oleh sumbu batang tersebut atau sebagai momen tahanan lengkung (W_b). Dalam proses pengujian lengkung yang dilakukan terhadap material sebagai bahan teknik memiliki tujuan pengujian yang berbeda tergantung kebutuhannya. Berdasarkan kepada kebutuhan tersebut maka pengujian lengkung dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Pengujian lengkung beban
2. Pengujian lengkung perubahan bentuk

Pengujian lengkung beban ialah pengujian lengkung yang bertujuan untuk mengetahui aspek-aspek kemampuan bahan uji dalam menerima pembebanan lengkung, yakni :

1. Kekuatan atau tegangan lengkung (b)
2. Lenturan atau defleksi (f) Sudut yang terbentuk oleh lenturan atau sudut defleksi dan Elastisitas (E)

2.14 Mesin kempa panas (*hot press*)

Mesin kempa panas (*hot press*) adalah mesin yang di pakai untuk melakukan pengempaan panas terhadap kayu lapis yang akan di buat. Kempa

panas ini biasanya menggunakan beragam tekanan, suhu, dan waktu tergantung pada jenis kayu lapis yang di produksi.

Sebagai sumber tenaga kempa ini menggunakan sistem hidrolis yang di pompa dengan menggunakan pompa elektrik dengan kemampuan cukup tinggi dan mudah dalam pengoperasiannya. Sebagai sumber energi panas pada proses kempa panas digunakan pemanas listrik dengan tegangan 220 volt dengan sistem pemanas terpisah, hal ini dimaksud untuk memudahkan penggantian jika salah satu elemen pemanas rusak atau tidak berfungsi dengan baik maka dapat langsung diganti tanpa mengganggu rangkaian listrik bagian yang lain.

Power listrik antara sistem pompa dan sistem pemanasnya di pisahkan satu sama lain dari sistem terminal suplainya, karena hal ini berkaitan dengan sistem pompa elektrik portable dan untuk memudahkan pengoprasian alat kempa ini pada saat penggunaan kempa panas.