

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Kayu

Kayu merupakan hasil hutan dan sumber kekayaan alam yang masih berupa bahan mentah yang harus diolah terlebih dahulu untuk dapat digunakan sesuai kebutuhan.

Kayu yang dimaksudkan di sini adalah kayu yang digunakan sebagai bahan bangunan, yaitu kayu olahan yang diperoleh dengan memproses kayu bulat atau gelondongan menjadi kayu berbentuk balok, papan dan bentuk-bentuk yang lain sesuai dengan tujuan penggunaannya.

Di Indonesia kayu dapat digolongkan menjadi empat golongan, yaitu :

- Pohon berdaun lebar (*breadleaf trees*)
adalah jenis kayu yang disebut sebagai kayu keras pada umumnya (*hard woods*).
- Pohon berdaun jarum (*conibearing trees*)
adalah kayu yang disebut sebagai kayu lunak (*soft woods*).
- Pohon sebangsa palm
adalah jenis-jenis kayu seperti pohon kelapa, aren, lontar dan nibung.

- Pohon sebangsa bambu (rumput-rumputan)

adalah semua jenis bambu yang biasa digunakan sebagai bahan bangunan.

Menurut PUBI-1982, kayu sebagai bahan bangunan dapat dibedakan menjadi tiga golongan pemakaian, yaitu :

- Kayu bangunan struktural

ialah kayu yang digunakan sebagai struktur bangunan.

- Kayu bangunan non struktural

ialah kayu yang digunakan sebagai bagian dalam bangunan yang tidak berfungsi sebagai struktur bangunan.

- Kayu bangunan untuk keperluan lain

ialah kayu yang digunakan sebagai bahan bangunan penolong atau bangunan sementara.

2.2. Gambaran Umum Kayu Kelapa

Kelapa (*Cocos Nucifera L*) dan sejenisnya adalah golongan tumbuhan palma yang batangnya banyak dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi bangunan seperti tiang, rangka dinding, kuda-kuda, gording dan kosen. Dari golongan tumbuhan palma yang banyak digunakan adalah kelapa, lontar, aren (enau) dan nibung.

Kelapa mempunyai beberapa nama daerah diantaranya adalah : Nyau (sumba), kelopo/glugu (Jawa Tengah), coconut (Inggris). Pohon ini mempunyai tinggi batang ± 30 m, diameter batangnya dapat mencapai 30 - 40 cm dengan pangkal yang membesar. Batang kelapa tidak berkambium (jika terluka akan sulit

untuk sembuh kembali). Selain itu pada batang kelapa tidak terdapat lingkaran tahun, akan tetapi memiliki serat seperti jarum.

Berdasarkan PUBI-1982, persyaratan yang disarankan untuk kayu kelapa dan sejenisnya yang digunakan sebagai bahan bangunan harus cukup tua (30 - 40 tahun), lurus, utuh serta tidak mengandung bekas-bekas serangan hama, cukup kering (kadar air 15% - 20%) dan tidak terdapat gejala keropos di dalamnya.

2.3. Sifat-sifat umum kayu

Setiap kayu memiliki sifat yang berbeda-beda, tetapi ada beberapa sifat yang umum terdapat pada semua kayu, antara lain :

1. Semua batang pohon memiliki pengaturan vertikal dan sifat simetri radial.
2. Kayu tersusun dari sel-sel yang memiliki tipe bermacam-macam dan susunan dinding selnya terdiri dari senyawa kimia yang berupa selulosa dan hemiselulosa (unsur karbohidrat) serta berupa lignin (non karbohidrat).
3. Semua kayu bersifat anisotropik, yaitu memperlihatkan sifat-sifat yang berlainan jika diuji menurut tiga arah sumbu utamanya (longitudinal, radial, tangensial). Hal ini disebabkan oleh struktur selulosa dalam dinding sel, bentuk memanjang sel kayu dan pengaturan sel terhadap sumbu vertikal dan horisontal pada batang pohon.
4. Kayu merupakan bahan yang bersifat higroskopik, yaitu kadar air dapat berubah sesuai dengan kelembaban dan suhu udara di sekitarnya.
5. Kayu dapat diserang makhluk hidup perusak kayu, dapat juga terbakar terutama jika keadaannya kering.

Bila sebatang pohon dari golongan kayu keras dipotong melintang dan permukaan potongan melintang itu dihaluskan, maka akan tampak suatu gambaran unsur-unsur kayu yang tersusun dalam pola melingkar dengan suatu pusat di tengah batang yang dikenal dengan lingkaran tahun serta deretan sel kayu dengan arah mirip jari-jari roda ke permukaan batang. Sebuah sumbu dapat dibayangkan melewati pusat itu dan merupakan salah satu sumbu arah utama yang disebut sumbu longitudinal.

Sumbu-sumbu arah utama lain dapat dibuat tegak lurus memotong sumbu longitudinal, dinamakan arah sumbu radial. Selanjutnya yang tegak lurus sumbu longitudinal dinamakan arah sumbu tangensial.

Ketiga Sumbu arah utama ini sangat penting artinya bagi keperluan mengenai sifat-sifat kayu yang khas. Yaitu antara lain anisotropik, perbedaan dalam kekuatan kayu, kembang susut dan aliran zat cair dalam kayu. Disamping itu mengenai kekuatan kayu yang menahan beban, ternyata lebih besar arah sumbu longitudinal daripada arah-arah lain. Demikian juga aliran zat cair lebih cepat dan lebih mudah pada arah longitudinal daripada arah yang lainnya. sebaliknya kembang susut kayu terbesar terdapat pada arah tangensial.

Pada batang kayu kelapa tidak terdapat adanya lingkaran tahun, akan tetapi terdapat susunan serat yang berbentuk jarum dengan susunan semakin ke dalam semakin jarang. Ruang antara serat-serat tersebut berisi zat gabus. Hal lain yang membedakan sifat kayu kelapa dengan kayu keras lainnya, yaitu pada bagian gubal memiliki kekuatan yang lebih tinggi dan kadar air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan bagian teras atau intinya.

2.4. Sifat Fisik Kayu

Sifat fisik kayu merupakan salah satu dari sifat kayu yang khas. Sifat fisik kayu banyak dipengaruhi oleh temperatur dan kadar lengas.

Seperti benda-benda lain, kayu akan mengembang jika dipanaskan dan menyusut jika didinginkan. Akan tetapi pengaruh temperatur ini tidak begitu besar jika dibandingkan dengan pengaruh kadar lengas. Angka muai linier kayu pada temperatur biasa untuk arah sejajar serat sangat kecil dan untuk arah tegak lurus serat adalah besar.

Akibat dari adanya pori-pori di dalam kayu yang berarti banyak terdapat kantong-kantong berisi hawa yang tidak bergerak, menjadikan kayu memiliki sifat yang baik jika digunakan sebagai bahan sekat terhadap panas. Banyaknya pori tersebut tergantung dari angka rapat kayu. Dengan demikian semakin kecil angka rapat kayu semakin baik daya sekatnya. Selain itu kayu memiliki daya hantar yang jelek untuk aliran listrik atau dapat juga digunakan sebagai bahan sekat terhadap listrik. Daya hantar ini tidak banyak tergantung oleh jenis kayu atau angka rapat, tetapi banyak dipengaruhi oleh kadar lengas kayu. Kayu dengan kadar lengas nol, akan menjadi bahan sekat listrik yang baik sekali. Sebaliknya apabila kayu mengandung air sebanyak air ikat maksimum, maka daya hantarnya sama dengan daya hantar air.

Perbandingan antara berat kayu pada keadaan kering udara dengan berat kering tungku dan dinyatakan dalam prosen disebut kadar air kayu. Kayu yang baru ditebang pada umumnya memiliki kadar air yang cukup tinggi. Kadar air kayu selalu

berubah-ubah tergantung pada kelembaban suhu disekitarnya. Berdasarkan letak lokasinya air yang terkandung dalam kayu dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Air yang berada dalam dinding sel disebut air terikat,
2. Air yang berada dalam rongga sel disebut air bebas.

Dilihat dari sifat kayunya dalam satu pohon, terdapat variasi kadar air. Variasi kadar air ini disebabkan karena semakin ke ujung volume sel rongga semakin lebar dan dinding sel semakin tipis, sehingga memungkinkan air masuk lebih banyak pada bagian ujung batang. Perbedaan kadar air dalam arah axial adalah makin tinggi batang makin tinggi perbedaan kadar airnya.

Hasil penelitian di Philipina menyatakan kadar air batang kelapa akan melonjak dan berbeda dari pinggir kebagian pusat batang (inti). Hal ini dapat dilihat berdasarkan pada hasil penelitian tersebut yang rata-rata diperoleh pada bagian tengah 328,9 % dan pada bagian pinggir 101,3 %.

Variasi berat jenis dalam arah aksial adalah turun dengan seragam dari pangkal ke ujung, untuk kayu jenis keras sebagian besar variasi berat jenisnya naik dari pangkal ke ujung dengan variasi tidak seragam. Hasil penelitian di Philipina menyatakan bahwa berat jenis kayu kelapa akan menurun dengan bertambahnya ketinggian, rata-rata penurunan berat jenis pada bagian tengah lebih besar jika dibandingkan dengan penurunan pada bagian pinggir.

Perubahan dimensi kayu sebagai akibat dari berkurangnya air pada keadaan titik jenuh serat pada umumnya dinyatakan dalam prosen dari dimensi maksimum disebut penyusutan. Kayu mempunyai sifat anisotropik, sehingga mempunyai nilai penyusutan yang berbeda pada arah tangensial, arah radial dan arah longitudinal,

sedangkan variasi penyusutan berdasarkan ketinggian dalam pohon masih sedikit dipelajari, tetapi pengaruhnya paling banyak berpengaruh pada struktur dan besarnya rongga sel.

Tabel 2.1. Hubungan antara berat jenis dengan kekuatan kayu

Kelas Kuat	Berat Jenis	Kuat Lengkung absolut(kg/cm ²)	Kuat Tekan absolut(kg/cm ²)
I	≥ 0,90	≥ 1100	≥ 650
II	0,90 - 0,60	1100 - 725	650 - 425
III	0,60 - 0,40	725 - 500	425 - 300
IV	0,40 - 0,30	500 - 300	300 - 215
V	< 0,30	< 300	< 215

2.5. Sifat Mekanika Kayu

Sifat mekanika kayu disebut juga dengan kekuatan kayu, yaitu sifat-sifat kayu yang dihubungkan dalam kemampuan kayu dalam menahan beban atau muatan yang diterima pada kayu tersebut, yang dimaksud dengan beban atau muatan yang diberikan adalah gaya-gaya dari luar kayu tersebut yang mempunyai kecenderungan untuk merubah bentuk dan besarnya kayu yang dikenai beban.

Apabila sebuah gaya yang bekerja pada ujung kayu yang pendek dengan arah sejajar serat pada arah sumbu batang maka permukaan yang mengalami gaya akan memberikan reaksi gaya yang besarnya sama dengan gaya yang diterima tetapi arah gayanya berlawanan (sesuai dengan hukum aksi reaksi). Oleh karena sifat kayu dipengaruhi oleh kadar air kayu tersebut maka untuk menentukan kekuatan kayu secara praktis dianjurkan menggunakan pengujian sifat kayu dan sebaiknya dilakukan pada keadaan kering udara. Pengujian yang dilaksanakan adalah :

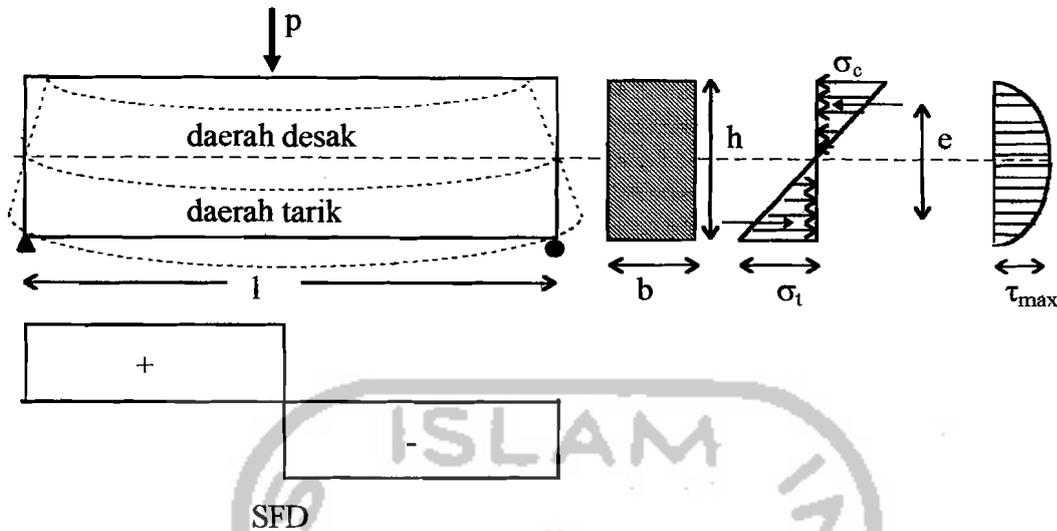
1. Uji desak sejajar serat kayu,
2. Uji lentur kayu,
3. Uji tarik sejajar serat kayu,
4. Uji geser sejajar serat kayu,
5. Kadar air,
6. Berat jenis kayu,
7. Modulus Elastisitas.

Tegangan kayu pada umumnya berbeda-beda menurut jenis kayu dan lokasinya dalam satu pohon. Faktor yang menentukan variasi tegangan kayu yang terjadi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya berat jenis kayu, kadar air, kondisi pertumbuhan, proses pengeringan, kayu gubal, serta besarnya pembebanan.

2.5.1. Hubungan Antara Tegangan-tegangan yang Terjadi

Pada sub-bab ini akan dibahas mengenai hubungan antara tegangan yang terjadi baik tegangan desak sejajar serat, tarik, geser dan lentur. Ketika mengambil hubungan ini, dibuat anggapan sebagai berikut :

1. Bahan balok homogen
2. Modulus elastisitas tarik dan tekan sama
3. Balok lurus dan penampang sama
4. Bidang beban harus mengandung sumbu prinsipal penampang balok dan beban harus tegak lurus terhadap sumbu longitudinal balok



gambar 2.1. tegangan lentur

Jika sebuah balok dikenai beban aksial P seperti pada gambar di atas, maka balok tersebut akan melentur ke bawah. Pada saat melentur daerah di atas garis netral akan mengalami gaya desak C dan daerah di bawah garis netral akan mengalami gaya tarik T. Untuk balok persegi empat letak garis netral berada pada pertengahan dari tingginya. Garis netral merupakan permukaan netral, dimana pada daerah tersebut serat tidak berubah panjangnya dan oleh karena itu tidak mengalami tegangan tarik atau desak. Dalam keadaan setimbang, jumlah gaya mendatar di sepanjang penampang sama dengan nol, maka gaya tekan total C di setengah penampang atas sama dengan gaya tarik total T di setengah penampang dan akan timbul momen. Dengan membandingkan nilai T dan C didapat persamaan :

$$T = C = \sigma_{\text{rata-rata}} \cdot \text{luas} = (1/2 \sigma)(b \cdot 1/2h)$$

Gaya T dan C bekerja pada pusat berat dari beban segitiga dan mengakibatkan terjadinya momen kopel dengan jarak antara kedua titik berat gaya-gaya tersebut.

$$M = M_r = C \cdot e = T \cdot e$$

$$M = 1/2 \sigma (b \cdot 1/2h)(2/3h) = \sigma \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} \dots\dots\dots (1)$$

Dari persamaan di atas terlihat bahwa nilai tegangan desak berbanding lurus dengan nilai tegangan tarik.

Dari gambar 2.1. dapat dilihat adanya hubungan antara tegangan lentur dengan tegangan geser. Beban P menyebabkan momen yang mengakibatkan terjadinya tegangan lentur. Selain itu akan muncul gaya geser, yang dapat dilihat dari diagram SFD akibat beban aksial. Besarnya nilai gaya geser bervariasi di sepanjang penampang pada arah vertikal dan gaya geser maksimum akan terjadi pada garis netral sebesar :

$$\tau = \frac{3}{2} \times \frac{D}{bh}$$

$$D = 1/2 P$$

$$P = 4/3 b \cdot h \cdot \tau \dots\dots\dots (2)$$

Momen maksimum terjadi pada tengah bentang

$$M = 1/4 \cdot P \cdot L$$

$$M = 1/3 b \cdot h \cdot \tau \dots\dots\dots (3)$$

dari persamaan (2) dan (3) dapat dilihat bahwa nilai σ_{lt} berbanding lurus dengan τ .

Dengan demikian dari mekanisme pembebanan pada balok terlihat adanya keterkaitan hubungan antara tegangan-tegangan yang terjadi.

2.6. Kerusakan dan Cacat-cacat Kayu

Dengan melihat sifat-sifat fisik dan proses pertumbuhan kayu yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan dimana kayu tersebut tumbuh atau bahkan karena

pengaruh penyimpanan, maka ada beberapa hal yang tidak bisa kita abaikan, yaitu adanya kerusakan ataupun cacat-cacat pada kayu.

2.6.1. Kerusakan Kayu

Kerusakan pada kayu yang terjadi karena suatu tindakan-tindakan atau keadaan tertentu, dapat mengakibatkan :

- Penurunan kekuatan kayu,
- Penurunan harga kayu,
- Mutu dan nilai kayu berkurang, bahkan kayu sama sekali tidak dapat digunakan.

Kerusakan yang dimaksud adalah : retak-retak, pecah, terbelah, serangan serangga, serangan jamur dan kerusakan lain akibat perilaku manusia yang kurang cermat dalam mengelola kayu.

Faktor penyebab kerusakan kayu menurut asalnya dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu perusak yang berasal dari dalam pohon itu sendiri yang terjadi selama proses pertumbuhan dan perusak yang berasal dari luar pohon yang berasal dari makhluk hidup dan bukan makhluk hidup (non biologis).

Makhluk hidup yang biasa menyerang kayu diantaranya adalah :

- Serangga, seperti kumbang kayu, bubuk kayu dan rayap.
- Jamur (fungi).
- Cacing laut (marine bores).
- Binatang penggerek, seperti tupai dan tikus.

Faktor penyebab kerusakan yang bukan makhluk hidup ada tiga macam, yaitu :

- Faktor fisik, misalnya : udara, sengatan sinar matahari, air, panas dan api.

- Faktor mekanik, misalnya : pukulan, gesekan dan tekanan.
- Faktor kimia, misalnya : asam dan basa.

2.6.2. Cacat-cacat Kayu

Cacat kayu dapat dikriteriakan sebagai suatu kerusakan ringan yang ada pada kayu, sehingga faktor-faktor penyebabnya tidak banyak berbeda dengan faktor-faktor penyebab kerusakan kayu. Cacat dan pengaruhnya terhadap kekuatan kayu dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Pengaruh cacat mata kayu

- Mengurangi sifat mekanika kayu. Hal ini terjadi karena serat mata kayu relatif tegak lurus serat batang pohon. Sedangkan kekuatan tegak lurus serat lebih rendah daripada kekuatan sejajar serat. Selain itu serat-serat di sekeliling mata kayu tidak teratur.
- Menyulitkan pekerjaan karena kerasnya penampang.
- Mengurangi keindahan permukaan kayu.
- Menyebabkan rusaknya lembaran-lembaran finis.

2. Pengaruh cacat pecah dan belah

Mengurangi kekuatan tarik dan tekannya, karena distribusi tegangan-tegangan yang disebabkan oleh adanya suatu beban yang tidak merata. Demikian pula dengan kekuatan gesernya, karena pengurangan langsung dari daerah yang menahan geseran.

3. Pengaruh jamur penyerang kayu

Jamur penyerang kayu dapat dibedakan menjadi : jamur pembusuk kayu, pelapuk kayu dan penyebab noda kayu.

Pengaruh jamur pembusuk kayu ialah menghancurkan dinding-dinding kayu. Pada perkembangan selanjutnya, pembusukan mengakibatkan kehancuran total struktur kayu. Dengan demikian, pada tahap awal akan terjadi penurunan kekuatan kayu. Pada tahap selanjutnya akibat dari kerapuhan, bahan yang terserang cenderung akan mengalami patah mendadak apabila dikenai tambahan beban walaupun hanya sedikit serta patahan halus yang tidak berserpih.

Sedangkan pada jamur penyebab noda kayu hanya mempunyai pengaruh sedikit terhadap kekuatan kayu dan biasanya tidak mengakibatkan perubahan kekuatan yang besar. Pengaruh yang menonjol adalah bila ditinjau dari segi keindahan akan menurun, karena akan timbul warna-warna yang kotor.

4. Serangga perusak kayu

Serangga perusak kayu antara lain rayap, kumbang kayu dan bubuk kayu. Akibatnya kekuatan kayu akan berkurang, karena serangga-serangga itu merusak kayu dengan membuat lubang-lubang terowongan di dalam kayu sebagai makanan dan sekaligus tempat tinggal serangga tersebut.

5. Binatang penggerek dan cacing laut

Binatang ini akan dapat menyebabkan kerusakan total yang mengakibatkan kayu tidak dapat digunakan lagi, apabila binatang tersebut ditemui dalam jumlah yang banyak atau bergerombol.

2.7. Pengawetan kayu

Pengawetan kayu adalah usaha yang dilakukan oleh manusia untuk meningkatkan usia pemakaian dan daya tahan kayu terhadap serangan serangga dan cendawan. Sebagai hasil dari pengawetan adalah umur penggunaan kayu yang pendek dapat diperpanjang. Oleh karena itu pengawetan biasanya ditujukan pada kayu yang mempunyai tingkat keawetan rendah. Salah satu metode pengawetan kayu ialah dengan memasukkan bahan racun ke dalam kayu, sebagai pelindung terhadap makhluk yang datang dari luar.

2.7.1. Persiapan Pengawetan

Sebelum proses pengawetan dilaksanakan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar diperoleh hasil pengawetan yang sempurna. Pengawetan bertujuan untuk memasukkan bahan pengawet sedalam mungkin ke dalam kayu secara merata sesuai dengan jumlah prosentase yang diperlukan. Hal-hal yang perlu diperhatikan agar diperoleh hasil pengawetan yang baik, antara lain :

- Kayu harus cukup kering (kadar air 20% - 25%), terutama bila menggunakan bahan pengawet berupa minyak atau larut minyak dengan cara tekanan.
- Kayu harus bebas kulit dan kotoran, kecuali cara pengawetan khusus.
- Kayu harus dalam keadaan siap pakai. Tidak diperkenankan kayu dipotong, dibelah, diketam atau pengerjaan lain setelah diawetkan, karena akan membuka permukaan kayu yang telah terlapisi bahan pengawet. Bila pekerjaan lanjutan terpaksa harus dilakukan, maka bagian yang terbuka dan tidak tembus bahan pengawet harus dilapisi bahan pengawet secara merata.

2.7.2. Bahan Pengawet

Pengawetan kayu dapat dilakukan dengan cara mengeluarkan zat-zat yang merugikan yang berada di dalam kayu. Akan tetapi pada umumnya pengawetan dilakukan dengan cara menambahkan bahan kimia ke dalam kayu, yaitu bahan-bahan kimia yang apabila diterapkan secara baik ke dalam kayu, akan membuat kayu tersebut tahan terhadap serangan cendawan, serangga dan perusak kayu lainnya. Efek perlindungan itu ialah dengan menjadikan kayu itu beracun atau tahan terhadap organisme yang menyerangnya. Macam-macam bahan pengawet kayu menurut bahan pelarutnya dapat dibedakan menjadi :

1. Bahan pengawet larut air

Jenis pengawet ini baik digunakan untuk mengawetkan kayu pada konstruksi yang terletak di bawah atap. Bahan ini mudah diperoleh dan mudah meresap ke dalam kayu, sehingga dapat dicapai pengawetan yang baik. Tetapi kelemahannya adalah kayu akan memuai ketika diawetkan dan menyusut ketika dikeringkan, sehingga dapat timbul retak-retak terutama pada kayu yang memiliki angka kembang susut yang besar. Bahan pengawet jenis ini antara lain : Garam Tanalith Wolman, Celcure, Boliden, Greensalt dan Borax.

2. Bahan pengawet larut minyak

Bahan pengawet ini memiliki daya cegah terhadap perusak kayu cukup baik. Banyak dijual di pasaran dalam bentuk cairan agak pekat dan bubuk. Kelemahan bahan pengawet ini, yaitu membuat kayu menjadi lebih mudah terbakar dan daya resap kurang karena tidak adanya toleransi antara minyak dan kandungan air di

dalam kayu. Bahan pengawet ini banyak dijual di pasaran, yaitu : Aldrin, Dieldrin, Restol, Cuprinol.

3. Bahan pengawet berupa minyak

Bahan ini memiliki sifat yang sama dengan bahan pengawet larut minyak, akan tetapi memiliki bau yang tidak enak dan mengotori tempat. Bahan pengawet jenis ini tidak banyak digunakan karena selain sifat-sifat di atas juga tidak praktis proses pengawetannya.

2.7.3. Macam-macam Cara Pengawetan

Proses pengawetan kayu dapat dibedakan dalam dua cara yaitu proses tanpa tekanan (dilakukan pada tekanan atmosfer) dan proses dengan tekanan buatan di mana kayu dimasukkan dalam silinder pengawet. Cara pengawetan akan berpengaruh terhadap hasil dan umur pemakaian kayu, sehingga pemilihan cara pengawetan harus disesuaikan dengan jenis konstruksi dan tempat kayu atau konstruksi didirikan.

Adapun cara-cara pengawetan kayu yang telah dikenal dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Proses pengawetan tanpa tekanan

Proses ini dapat dilakukan dengan beberapa macam yang berbeda cara kerjanya, diantaranya :

A. Cara rendaman, yaitu kayu direndam dalam larutan bahan pengawet yang telah ditentukan konsentrasi (kepekatan) larutannya, selama beberapa jam atau beberapa hari. Secara lebih luas akan dijabarkan dalam sub-bab tersendiri.

B. Cara pemulasan dan penyemprotan, biasanya dilakukan untuk pengawetan sementara. Pengawetan ini dapat dilakukan dengan alat yang sederhana. Bahan pengawet yang masuk dan diam di dalam kayu sangat tipis, yang dimaksudkan untuk membunuh serangga atau perusak kayu yang belum banyak dan belum merusak kayu, biasanya untuk konstruksi kayu yang sudah terpasang. Kelemahan dari metode ini adalah penetrasi dan retensi kecil sekali, terutama pada kayu basah dan bahan pengawet mudah luntur, karena kayu yang dilapisi bahan pengawet tipis.

C. Cara pembalutan, adalah cara pengawetan yang biasa dilakukan pada tiang-tiang. Bahan yang digunakan berupa cream (cairan) pekat, yang dioleskan pada permukaan kayu yang masih basah, selanjutnya dibalut sehingga terjadi proses difusi secara perlahan-lahan ke dalam kayu.

Keuntungannya :

- Peralatan sederhana,
- Penetrasi lebih baik,
- Digunakan tiang-tiang kering atau basah.

Kerugiannya :

- Bahan pengawet yang digunakan boros,
- Jumlah kayu yang diawetkan terbatas dan waktu lama,
- Membahayakan makhluk hidup di sekitarnya.

2. Proses Pengawetan dengan tekanan

Proses pengawetan dengan tekanan memiliki sejumlah kelebihan jika dibandingkan dengan proses pengawetan tanpa tekanan. Dengan menggunakan

tekanan, peresapan dan absorpsi bahan pengawet lebih tinggi, sehingga diperoleh proteksi kayu yang lebih efektif. Selain itu kondisi pengawetan dapat dikendalikan, retensi dan peresapannya dapat divariasikan sesuai dengan persyaratan pemakaian, sehingga dapat dihemat penggunaan bahan pengawetnya. Proses pengawetan dengan tekanan dibedakan menjadi dua, yaitu *proses sel penuh* dan *proses sel kosong*. Tujuan proses sel penuh adalah untuk mempertahankan sebanyak mungkin cairan pengawet yang telah didorong masuk ke dalam kayu selama periode tertentu. Dengan demikian konsentrasi bahan pengawet dapat ditinggalkan secara maksimum di dalam kayu yang diawetkan. Sedangkan pada proses sel kosong, sebagian dari bahan pengawet yang didorong masuk ke dalam kayu di bawah tekanan dikeluarkan lagi, sehingga bahan pengawet cenderung tidak mengisi tetapi hanya melapisi sel-selnya.

Keuntungan :

- Penetrasi dan retensi sangat tinggi,
- Waktu yang dibutuhkan relatif singkat,
- Dapat mengawetkan kayu basah atau kering.

Kerugian :

- Diperlukan biaya yang mahal,
- Perlu ketelitian dan pengawasan pekerjaan yang tinggi,
- Hanya cocok untuk industri dan komersil.

2.7.4. Pengawetan Kayu dengan Metode Rendaman Air.

Pada umumnya proses pengawetan kayu dengan metode rendaman air sama tujuan dengan proses pengawetan kayu dengan metode yang telah disebutkan diatas, yaitu untuk menambah usia kayu dan mencegah dari serangan dari serangga yang merusak dari sifat kayu tersebut. Poses pengawetan kayu dengan metode rendaman air dibagi menjadi dua macam yaitu :

A. Metode Rendaman Panas Dingin

Pada proses ini menggunakan wolmanit dicampur dalam bejana pengaduk yang dicampur dengan dengan prosentase 5 %, garam wolman ini dicampur sedemikian rupa sehingga dapat bercampur dengan air secara merata, contoh penggunaan setiap \pm 1000 liter air dicampur dengan 30 kg wolmanit CB. Kemudian komponen-komponen kayu yang telah siap atau jadi diatur rapi dalam bejana pengawet. Hendaknya pada tiap-tiap tumpukan komponen kayu tesebut diberi pengganjal, yang paling baik menggunakan belahan-belahan bambu yang dimaksudkan agar pada komponen-komponen kayu tersebut terdapat rongga yang berfungsi agar larutan atau cairan garam wolmanit dapat meresap ke dalam sel-sel kayu yang diawetkan tersebut.

Setelah kayu selesai disusun dengan rapi dalam bejana pengawet, maka campuran garam wolmanit CB dipompakan kedalam bejana pengawet, diharapkan kayu terendam air penuh sehingga cairan garam wolmanit dapat meresap pada semua sel kayu yang diawetkan. Selanjutnya bejana pengawet tersebut dipanaskan pada suhu 50° - 60° C. Setelah titik panas ini diperoleh maka api dapat dipadamkan dan didiamkan selama 24 jam.

Hal ini dimaksudkan agar larutan garam wolmanit dapat meresap ke dalam sel-sel kayu yang diawetkan, kemudian larutan garam wolmanit dipompakan keluar dimasukkan ke dalam bejana pengaduk. Kayu diangkat kemudian diangin-anginkan selama 4 - 5 hari. Sebaiknya pada waktu pengeringan dihindari dari air hujan karena kandungan garam wolmanit yang meresap ke dalam sel kayu tersebut persentasenya akan turun. Campuran garam wolmanit tersebut tentunya sudah berkurang $\pm 5 \%$, sehingga tahap berikutnya untuk pengawetannya perlu ditambahkan garam wolmanit CB sebesar $\pm 5 \%$ proses ini dapat diulangi kembali.

B. Metode Rendaman Dingin

Pada proses ini sebenarnya hampir sama dengan metode rendaman panas dingin. Setelah kayu yang akan diawetkan disusun dengan rapi larutan garam wolmanit dicampur dengan air dimasukkan ke dalam bejana pengawet dan didiamkan selama $\pm 5 - 7$ hari. Setelah proses rendaman tersebut selesai maka cairan garam wolmanit dipompa keluar kemudian kayu yang telah selesai diawetkan tersebut diangkat dan diangin-anginkan atau dikeringkan selama $\pm 5 - 7$ hari. Sebaiknya pada waktu pengeringan dihindari dari air hujan karena kandungan garam wolmanit yang meresap ke dalam sel kayu tersebut persentasenya akan turun.

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Garam Wolmanit yang mengandung tembaga berbentuk bubuk, larut dalam air.
2. Air.

Keuntungan pengawetan kayu dengan menggunakan metode rendaman :

1. Penetrasi dan retensi bahan pengawet lebih banyak,
2. Kayu dalam jumlah banyak dapat diawetkan sekaligus,
3. Larutan dapat digunakan berulang kali (dengan menambah kekonsentrasi larutan garam wolmanit CB bila berkurang.

Kerugiannya :

1. Waktu yang digunakan agak lama, terlebih jika menggunakan metode rendaman dingin,
2. Peralatan yang digunakan mudah kena karat,
3. Pada proses rendaman panas jika tidak hati-hati kayu yang diawetkan dapat terbakar,
4. Kayu dalam keadaan basah sulit untuk diawetkan.

2.7.5. Pengaruh Pengawetan Terhadap Kuat Kayu.

a. Pengaruh terhadap kuat kayu.

Penurunan kekuatan kayu setelah diawetkan disebabkan oleh suhu-suhu dan tekanan yang diterima kayu selama periode pengawetan yang digunakan. Dalam konsentrasi yang tinggi bahan pengawet yang banyak mengandung garam ini dapat melemahkan kayu. Apabila kayu yang diawetkan itu proses pengawetannya cukup lama maka kelembabannya tinggi yang akan mengurangi kekuatan kayu tersebut. Meskipun demikian bahan-bahan pengawet larut air yang umum digunakan ternyata tidak terlalu mengurangi kekuatan kayu. (George M. Hunt, 1986)

b. Pengaruh terhadap perlakuan

Meskipun bahan pelarut standar biasanya dianggap tidak merugikan, tetapi kondisi kayu itu selama diawetkan mungkin begitu berat dan berlangsung begitu lama, sehingga menyebabkan penurunan yang begitu besar dalam kayu tersebut.

Pemanasan kayu pada suhu yang cukup tinggi dapat menyebabkan kehilangan berat yang nyata (dan sudah pasti kekuatannya akan menurun), apabila pengawetan dengan metode rendaman panas ini terlalu lama bisa menyebabkan kayu menjadi arang dan menjadi remuk. Pada suhu tertentu kehilangan ini akan lebih cepat bila kayu ini dipanaskan dalam air daripada dipanaskan dengan uap. Penguapan kayu pada suhu 250° F dalam waktu tak lebih dari 20 jam menyebabkan hilangnya berat kira-kira 3 - 5 % bagi kebanyakan spesies yang diteliti. Pada suhu 275° F hilangnya berat kira-kira 5 - 10 %, sedang pada suhu yang lebih tinggi ternyata prosentase ini akan jauh lebih besar.

Kondisi kehilangan berat ini juga dipengaruhi oleh spesies jenis kayunya. Penguapan dalam suhu yang tinggi dan waktu yang cukup lama akan mengakibatkan penurunan kekuatan kayu. Dalam kasus yang ekstrem, kehilangan dalam kekuatan lenturnya dapat mencapai 35 % dan penurunan dalam sifat-sifat lainnya dapat mencapai 50 %. Kayu yang besar dilemahkan relatif lebih banyak jika dibandingkan dengan kayu yang kecil, kemungkinan ini disebabkan pada kayu yang besar akan lebih peka terhadap kerusakan daripada kayu gubal. Koehler telah membuktikan pemanasan kayu segar dalam uap akan menimbulkan pembentukan retak-retak cincin atau retak-retak ledakan di dekat permukaan kayu bulat selama siklus pengawetan berlangsung.

Hidrolis lemah yang dipacu oleh asam-asam alami dalam kayu mungkin merupakan suatu faktor dalam melemahkan kayu oleh penguapan. Terutama selulosa yang mudah mengalami hidrolis, secara berangsur-angsur mengalami dekomposisi (terurai) kedalam berbagai hasil degradasi dengan berat molekul yang lebih kecil, beberapa jenis kayu sangat berbeda-beda dalam keasaman alaminya dan ini sangat berpengaruh langsung pada kepekaannya terhadap kerusakan oleh penguapan.

Selain itu ada kerusakan nyata, tetapi tidak merupakan kerusakan yang terlihat. Maka kayu yang tidak memperlihatkan tanda-tanda cacat setelah mengalami pengkukusan dan penghampaan yang berat. Setelah periode tekanan pengawetan ini menunjukan paling tidak sudah terdapat kelemahan-kelemahan pada waktu diuapkan. Demikian pula kayu dapat nampak tetap sehat setelah mengalami segala tingkat perlakuan, meskipun kekuatannya telah menurun. Penurunan yang cukup besar terdapat bila kayu itu langsung diuji setelah proses penguapan dilangsungkan, karena sebagian dari kehilangan kekuatan ini diimbangi dengan bertambahnya kekuatan setelah kayu melepas air pada saat kayu melepas kandungan air pada saat kayu tersebut dikeringkan.

Menurut George M. Hunt, 1986, sejumlah pengujian kekuatan telah dilakukan pada kayu untuk menetapkan telah dilakukan pada kayu untuk menetapkan pengaruh dari perlakuan dari rendaman panas. Pada umumnya ditemukan bahwa pengurangan kekuatan lentur yang diakibatkan oleh metode persiapan dan impregnasi berikutnya, bervariasi dari 6 % sampai dengan 8 %. Derajat perlemahan ini agaknya ada hubungannya dengan lama periode pemanasan. Oleh karena itu dalam proses ini kayu hanya dikenai suhu-suhu rendah, maka

hilangnya kekuatan juga lebih kecil jika dibandingkan dengan pemanasan dengan menggunakan suhu yang tinggi. Pengujian ini menunjukkan keuntungan untuk mempertahankan kondisi pengawetan selunak mungkin, tetapi dapat menjamin absorpsi dan peresapan yang cukup.

Dalam impregnasi yang sebenarnya (yaitu periode penekanan bahan pengawet), faktor-faktor yang penting dalam hal kerusakan. Suhu bahan pengawet mempunyai pengaruh nyata pada peresapan dan absorpsi yang diperoleh dan apabila mungkin sebaiknya dipertahankan pada tingkat yang relatif tinggi. Oleh karena itu apabila kombinasi tekanan dan suhu yang mungkin menyebabkan kayu itu retak, dianjurkan untuk lebih menurunkan tekanannya daripada suhu, apabila perlu memperpanjang periode impregnasi.

Pengaruh yang pasti dari setiap kombinasi tekanan bahan pengawet dan suhu selanjutnya tergantung pada faktor-faktor seperti *spesies*, dan perlakuan sebelumnya dari kayu itu dan tipe bahan pengawet yang digunakan. Kayu dengan tekanan yang rendah mudah menderita karena tekanan yang tinggi dibanding dengan kayu dengan kerapatan tinggi. Tekanan-tekanan yang sangat tinggi hanya dapat digunakan dengan aman pada kayu yang dipanasi dengan waktu pendek dari pada kayu yang melunak oleh pemanasan pendahuluan yang lama. Di bawah kondisi pengawetan yang sama kayu diimpregnasi dengan garam-garam yang larut dalam air. (George M. Hunt, 1986).

c. Retensi kekuatan

Salah satu sifat yang menonjol dari kayu yang diawetkan dengan baik ialah tingkat kekuatan yang tersisa apabila ditempatkan di bawah kondisi yang menyebabkan perusakan secara berangsur-angsur, atau lebih cepat dari bagian kayu yang tidak diawetkan.

Retensi dari kayu yang diawetkan seringkali memberikan nilai yang rongsokan apabila struktur yang dibentuk dengan kayu-kayu itu sebagian menjadi usang. Banyak sekali catatan-catatan mengenai kayu yang diawetkan, setelah diseleksi dari penggunaannya dalam bangunan asli dimana kayu itu terpasang, masih dapat digunakan kembali (George M. Hunt, 1986)

d. Sifat pengecatan

Mengecat kayu yang telah diimpregnasi dengan bahan pengawet larut air biasanya merupakan hal yang relatif sederhana, apabila kayu itu telah dikeringkan dengan baik. Dalam keadaan biasa perubahan warna cat bukan merupakan suatu faktor karena biasanya bahan pengawet tersebut tidak dapat berdifusi ke dalam minyak-minyak pengering dari cat. (George M. Hunt, 1986)

e. Sifat perekatan

Efek dari pengawetan terhadap perekatan kayu menjadi bertambah penting dengan meluasnya pemakaian kayu lapis dibawah kondisi yang memerlukan perlindungan oleh bahan pengawet. Setelah komponen-komponen itu diawetkan, penyebaran bahan pengawet ke seluruh kayu harus rata, tetapi telah dipelajari bahwa

sambungan perekat yang baik dapat dibuat dalam memproduksi kayu yang diawetkan dengan bahan pelarut air (George M. Hunt, 1986)

f. Tahanan listrik

Telah terbukti bahwa adanya bahan pengawet dalam kayu dapat juga mempengaruhi tahanan listriknya dan beberapa penyelidikan mengenai hal-hal yang telah dilakukan.

Pada umumnya adanya garam-garam larut air dalam kayu dapat diduga mempengaruhi tahanan listrik lebih kecil daripada kayu yang tidak diawetkan, terutama pada kadar air yang lebih tinggi. Besarnya penurunan ini akan dipengaruhi oleh kuantitas bahan pengawet di dalam kayu dan banyaknya bahan pengawet yang ada dalam konsentrasi larutan. Apabila garam yang larut air itu dapat menjadi tidak larut di dalam kayu dan tidak meninggalkan hasil-hasil samping yang tidak larut, garam ini tidak menyebabkan berkurangnya tahanan listrik. Garam-garam yang digunakan untuk mengawetkan kayu berbeda-beda pelarutnya, dan beberapa diantaranya memberikan pengaruh yang sangat kecil pada daya hantar listriknya.

(George M. Hunt, 1986).