

Kajian Sifat Mekanikal Papan Serpai Berlapis yang Mengandungi Habuk Kayu Gergaji

Azman Jaafar * and Ahmad Shakri Mat Seman
Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Sekitar
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia

**Corresponding email: azman@uthm.edu.my*

Abstrak

Kajian ini bertujuan menentukan sifat mekanikal papan serpai berlapis yang diperbuat dari habuk kayu gergaji dan polietilena. Perbandingan dengan papan serpai homogen turut dijalankan. Dalam kajian ini, habuk kayu gergaji dari spesis kayu tropika seperti meranti, keruing, kapur dan bintangor digunakan sebagai bahan mentah utama dalam pengeluaran papan serpai dengan sasaran ketumpatan 750 kg/m^3 . Struktur papan serpai homogen dibuat dengan satu saiz partikel iaitu $0.6\text{mm}-1.18\text{mm}$, manakala papan serpai berlapis diperbuat dengan 2 saiz partikel iaitu $0.6 \text{ mm}-1.18\text{mm}$ di bahagian permukaan atas dan bawah manakala $1.18\text{mm}-2.36\text{mm}$ pada bahagian tengah. Papan serpai berlapis membentuk 3 lapisan dengan nisbah ketebalan 25:50:25 (ketumpatan sisi). Urea formaldehid digunakan sebagai bahan perekat sebanyak 12% pada saiz habuk kayu $0.6 \text{ mm}-1.18\text{mm}$ untuk papan serpai homogen, manakala 12 % pada saiz $0.6-1.18\text{mm}$ dan 9% pada saiz $1.18-2.36\text{mm}$ untuk papan serpai berlapis, pengeras 3% dan lilin 1%. Peratus polietilena digunakan pada kadar yang sama kepada papan serpai homogen dan berlapis iaitu (0%, 10%, 20%, 30%, 40%). Hasil kajian mendapati, 70% habuk kayu gergaji dan 30% polietilena adalah kadar optimum bagi menghasilkan papan serpai berlapis yang memenuhi piawaian BS EN (British and European Standard) kecuali modulus kekenyalan dan kehancuran, di mana kekuatannya x40%-50% daripada keperluan sebenar. Walau bagaimanapun, papan serpai ini sesuai untuk kegunaan produk dalaman yang bebas dari tekanan seperti siling, sesekat atau lain-lain.

Kata kunci: papan serpai homogen, papan serpai berlapis, habuk kayu gergaji dan polietilena

1 PENGENALAN

Habuk kayu gergaji adalah sisa buangan dari kilang papan yang mana meliputi 90% dari sisa kilang dan bakinya meliputi kulit kayu, tanah dan sisa lain (Nor Rahmat, 1998). Dengan penggunaannya, penambahan kos serta pencemaran persekitaran dapat dikurangkan. Untuk itu, segala maklumat dan alternatif yang sesuai harus dikenalpasti untuk memulakan penggunaan semula sepenuhnya sisa kilang ini. Salah satu alternatifnya ialah untuk menukar habuk kayu gergaji dari sisa kilang papan kepada produk yang mempunyai nilai tambah seperti papan serpai. Objektif kajian ini adalah untuk ;

- i) Menghasilkan papan serpai daripada campuran habuk kayu gergaji dan polietilena mengikut piawaian BS EN (British and European Standard).
- ii) Mengkaji sifat mekanikal dua jenis papan serpai tersebut berdasarkan peratus polietilena. Semua ujian yang dijalankan mengikut piawai BS EN (British and European Standard, 1993).
- iii) Mengenalpasti peratus polietilena yang optimum berdasarkan kegunaan produk akhir.

Melalui kajian ini diharapkan agar satu produk baru dalam industri berasaskan kayu dihasilkan. Selain itu ianya menjadi alternatif terbaik bagi industri binaan dan perabut tanpa bergantung sepenuhnya kepada kayu padu. Ianya juga dapat mengurangkan kos pengeluaran papan serpai agar lebih kompetitif di pasaran, dan mengurangkan masalah pencemaran di kawasan kilang papan dan persekitarannya.

2 METODOLOGI KAJIAN

Dalam kajian ini, papan serpai homogen dan berlapis dikaji sifat mekanikalnya dan dibuat perbandingan. Bahan yang di gunakan:

- a. Habuk kayu gergaji bersaiz 0.6mm–1.18mm dan 1.18mm–2.36mm.
- b. Polietilena
- c. Lilin Mobilicer 739 kandungan pepejal 65 %
- d. Bahan Pengeras–kandungan pepejal 20 %
- e. Urea Formaldehid–kandungan pepejal 65 %

2.1 Penyediaan Bahan Kajian

Pembuatan papan serpai berlapis menggunakan 2 saiz habuk kayu iaitu 0.6mm–1.18mm dan 1.18mm–2.36mm, manakala papan serpai homogen hanya menggunakan habuk kayu bersaiz 0.6mm–1.18mm sahaja. Habuk kayu tersebut direndam secara berasingan di dalam air selama 24 jam bagi menghilangkan bahan ekstraktif dan kesan minyak diesel yang mungkin terdapat pada habuk kayu semasa pemprosesan kayu gergaji.

Bahan polimer dari jenis polietilena berketumpatan rendah (LDPE) dalam bentuk serbuk (powder) digunakan sebagai agen pengikat bagi perekat urea formaldehid (UF) dan habuk kayu. Polietilena berbentuk serbuk menjadi cair pada suhu 195° C dan memasuki rerongga antara partikel kayu dan taburannya lebih seragam berbanding bentuk butiran (Anon, 1996). Selain itu ianya juga dapat mengelakkan permukaan papan serpai daripada mengalami kecacatan akibat bekas ruang butiran polimer tersebut.

Urea Formaldehid mempunyai tahap kelikatan 290 cps, nilai graviti 1.238 dan pH nya 8.34 pada suhu 30° C. Manakala kandungan pepejal dalam perekat tersebut adalah 65 %. Perekat ini digunakan pada kadar yang berbeza berdasarkan kepada berat kering oven habuk kayu iaitu 12 % pada lapisan atas dan bawah manakala 9 % pada lapisan tengah papan serpai berlapis. Ini kerana bahagian atas dan bawah papan serpai berlapis menggunakan habuk kayu bersaiz kecil dan memerlukan jumlah perekat yang banyak bagi mengikat partikel dan melitupi keseluruhan permukaan. Untuk papan serpai homogen kadar perekat yang digunakan juga pada kadar 12% daripada berat kering oven.

Semua sampel diuji untuk mengetahui nilai-nilai:

- i. Modulus Kehancuran (MOR)-BS EN 310:1993
- ii. Modulus Kekenyalan (MOE)-BS EN 310 : 1993
- iii. Ikatan Dalaman (IB)-BS EN 319 : 1993
- iv. Pengembangan Ketebalan (TS)-BS EN 317 : 1993
- v. Serapan Air (WA)-BS EN 319 : 1993

3 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Nilai purata kekuatan papan serpai homogen dan berlapis berbanding dengan polietilena diberikan dalam Jadual 3.1 dan Jadual 3.2.

Jadual 3.1 Nilai purata kekuatan papan serpai berbanding polietilena

| PE (%) | Papan Serpai homogen | | | | |
|--------|----------------------|-------|------------|------------|------------|
| | MOE | MOR | IB | TS | WA |
| 10 | ns | ns | ns | 0.01 ** | Ns |
| 20 | ns | ns | 0.00 ** | 0.00 ** | 0.00* |
| 30 | ns | 0.02* | 0.00 ** | 0.00 ** | 0.00 ** |
| 40 | ns | 0.00* | 0.00 ** | 0.00 ** | 0.00 ** |

PE = Polietilena

MOR = Modulus Kehancuran

- IB = Ikatan Dalaman
- TS = Pengembangan Ketebalan
- MOE = Modulus Kekenyalan
- WA = Serapan Air
- TS = Pengembangan Ketebalan

Jadual 3.2 Analisis varian antara % polietilena dan sifat mekanikal papan serpai homogen dan berlapis.

| PE | MOE | MOR | IB | TS | WA |
|----|------------|--------|------------|------------|--------|
| 10 | 0.011 * | ns | ns | Ns | Ns |
| 20 | 0.000 * | ns | 0.012 * | 0.00* * | Ns |
| 30 | 0.004 * | 0.001* | 0.00 ** | 0.00* * | 0.00** |
| 40 | ns | 0.001* | 0.00 ** | 0.00* * | 0.00** |

- ns = Tiada perbezaan signifikan pada tahap kebolehppercayaan 0.05
- * Terdapat perbezaan signifikan pada tahap kebolehppercayaan 0.05
- ** Terdapat perbezaan signifikan dan melepasi tahap piawai BSEN
- PE = Polietilena
- MOR = Modulus Kehancuran
- IB = Ikatan Dalaman
- TS = Pengembangan Ketebalan
- MOE = Modulus Kekenyalan
- WA = Serapan Air
- TS = Pengembangan Ketebalan

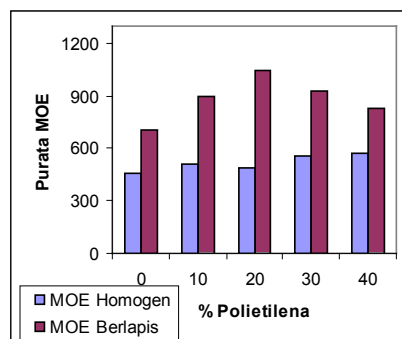
3.1 Modulus Kekenyalan (MOE) Dan Modulus Kehancuran (MOR)

Merujuk kepada Jadual 3.1 penambahan polietilena kurang memberi kesan terhadap kekuatan MOE papan serpai homogen dimana graf (Rajah 3.1) yang diperolehi adalah hampir mendatar walaupun peratus polietilena yang digunakan bertambah. Nilai modulus kekenyalan pada setiap peratus polietilena tidak dapat melepasi tahap piawai BS EN 310: 1993 (1800MPa) dengan nilai maksima 575.9 MPa.

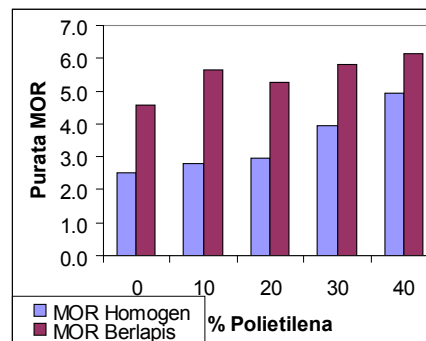
Bagi papan serpai berlapis, penambahan peratus polietilena memberi kesan terhadap kekuatan MOE. Rajah 3.1 menunjukkan nilai MOE meningkat sehingga tahap 20% polietilena dan menurun semula dengan penambahan polietilena. Ini kerana penambahan polietilena menyebabkan papan serpai menjadi lebih lembut dan mudah melentur. Mengikut kajian Jamaludin, et.al(2000), penggunaan peratus polimer yang banyak mengurangkan kekuatan mekanikal dan serapan air bagi papan serpai.

Semakin tinggi nilai MOE, semakin tegar sesuatu bahan, manakala semakin rendah nilai MOE, semakin mudah bahan tersebut melentur. Walau bagaimanapun, nilai MOE yang diperolehi juga tidak mencapai tahap minima piawaian BS EN 310 : 1993 iaitu 1800 MPa.

Namun begitu, nilai MOE papan serpai berlapis dengan 20% PE (1044MPa) hampir sama dengan nilai MOE bagi papan gentian ketumpatan sederhana (MDF) yang diperbuat dari tandan kosong kelapa sawit (1245 MPa) (Ridzuan Ramli, et.al. 2000).



Rajah 3.1: Kesan Antara % PE dan MOE



Rajah 3.2 : Kesan Antara %PE dan MOR

Ini disebabkan saiz habuk kayu gergaji yang digunakan agak halus seperti Rajah 3.3 dan Rajah 3.4. Papan serpai yang dihasilkan merupakan jenis homogen (Rajah 3.5) dengan satu saiz habuk kayu (0.6mm-1.18mm) digunakan dan disebar secara seragam di semua bahagian kepingan papan serpai. Papan serpai berlapis (Rajah 3.6) pula menggunakan 2 saiz yang berlainan iaitu saiz 0.6mm-1.18 digunakan di lapisan atas dan bawah, manakala saiz 1.18mm-2.36mm di bahagian tengah lapisan papan serpai. Dengan penggunaan saiz partikel yang halus, luas permukaan yang bersentuhan antara partikel, perekat dan polimer agak terhad menyebabkan

daya ikatan yang mengikat sesama mereka menjadi lemah. Berbanding dengan gentian atau fibre, di mana luas permukaannya yang bersentuhan antara satu sama lain lebih besar dan ikatan yang terbentuk cukup kuat untuk menahan beban yang dikenakan. Menurut Joszef dan Benjamin (1982), kekuatan modulus kekenyalan dan modulus kehancuran dipengaruhi oleh saiz partikel, dimana jumlah luas permukaan partikel yang memainkan peranan penting dalam menentukan kekuatan MOE dan MOR.

Walau bagaimanapun, penggunaan saiz partikel yang terlalu besar iaitu lebih dari 2.5mm akan mengurangkan sifat-sifat mekanikal dan serapan air sesuatu papan komposit (Jamaludin, et. al 2000). Bagi mengatasi masalah tersebut, penggunaan partikel habuk kayu yang lebih tebal dan lebar adalah dicadangkan bagi meninggikan kekuatan MOE dan MOR.



Rajah 3.3: Habuk Kayu Gergaji (0.6mm – 1.18mm)



Rajah 3.4: Habuk Kayu Gergaji (1.18mm- 2.36mm)



Rajah 3.5 : Papan Serpai Homogen



Rajah 3.6 : Papan Serpai Berlapis

Faktor suhu juga harus diambil kira agar keseragaman berlaku antara lapisan atas, tengah dan bawah. Pada peringkat penyediaan, tekanan panas pada suhu 195° C dikenakan oleh dua plat iaitu bahagian atas dan bawah. Suhu yang tidak seragam antara lapisan menyebabkan polietilena pada bahagian tengah papan serpai tidak cair secara seragam dan ianya tidak dapat mengikat perekat dan partikel habuk kayu dengan sempurna. Bagi mengatasi masalah ini, alat menyukat suhu digital boleh digunakan bagi mengetahui suhu pada bahagian tengah papan serpai.

Selain itu, taburan polietilena pada partikel habuk kayu juga mestilah sekata. Taburan yang tidak sekata menyebabkan ikatan antara habuk kayu yang disaluti perekat dan polietilena menjadi tidak seragam, kekuatan pada papan serpai tersebut tidak sama pada setiap bahagian. Bagi mendapatkan kekuatan yang tinggi, ketumpatan memainkan peranan penting. Adalah sukar untuk mendapatkan ketumpatan yang seragam antara lapisan atas, bawah dan tengah. Ini kerana, lapisan atas dan bawah dikenakan tekanan panas terlebih dahulu berbanding dengan lapisan tengah dan ianya menyebabkan kepadatan partikel dan kecairan polietilena yang tidak seragam diantara ketiga-tiga lapisan.

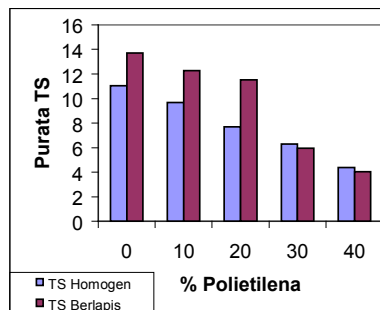
Berdasarkan Rajah 3.2, didapati dengan penambahan polietilena, nilai MOR turut bertambah. Walaubagaimanapun, nilai maksima 4.941 MPa (papan serpai homogen) dan 6.144 MPa (papan serpai berlapis) tidak mencapai tahap minima yang ditetapkan dalam piawaian BS EN 310:1993 iaitu 14 Mpa. Ini disebabkan faktor saiz partikel seperti yang diterangkan di atas. Mengikut kajian oleh Jamaludin, et al., (2000), papan serpai yang dihasilkan daripada partikel bersaiz 1.0-2.0mm memberikan modulus kehancuran dan ikatan dalaman yang lebih baik berbanding dengan partikel bersaiz lebih dari 2.0mm yang mana ianya meningkatkan kadar penyerapan air. Walau bagaimanapun, dengan penambahan bahan polimer, ianya meningkatkan kekuatan tegangan dan lenturan dan mengurangkan kadar serapan air.

Sistem lapisan juga mempengaruhi nilai modulus kekenyalan dan kehancuran. Bagi mendapatkan nilai MOE dan MOR yang kuat, ketebalan pada lapisan tengah haruslah lebih kecil daripada lapisan atas dan bawah.

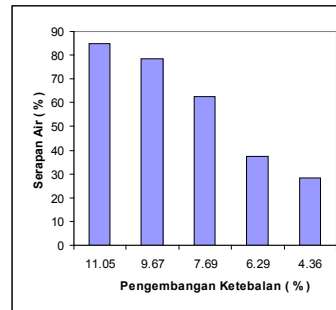
3.2 Pengembangan Ketebalan (TS) Dan Serapan Air (WA)

Rajah 3.7 dan 3.8 menyatakan terdapat pertalian antara pengembangan ketebalan, serapan air dan peratus polietilena. Nilai pengembangan dan serapan air semakin berkurangan dengan penambahan polietilena. Ini disebabkan polietilena adalah polimer kalis air yang menghalang kemasukkan lembapan ke dalam rerongga partikel.

Analisis varian Jadual 3.2 menyatakan, terdapat perbezaan yang signifikan antara peratus polietilena dengan kadar pengembangan ketebalan dan kadar serapan air. (Nilai signifikannya adalah 0.000 untuk pengembangan ketebalan dan 0.000 untuk serapan air adalah lebih kecil daripada $\alpha/2$ pada papan serpai selapis (Mohd. Salleh dan Zaidatun, 2001). Ini memberi gambaran bahawa pertambahan peratus polietilena akan mengurangkan kadar pengembangan ketebalan dan serapan air sesuatu produk komposit. Analisis varian Jadual 3.2 mendapati, terdapat perbezaan yang signifikan di antara peratus polietilena dengan pengembangan ketebalan (nilai signifikannya 0.000) dan serapan air (0.000) pada papan serpai berlapis. Oleh itu peratus polietilena memainkan peranan dalam mengurangkan kadar serapan air dan pengembangan ketebalan.



Rajah 3.7: Kesan TS terhadap % PE

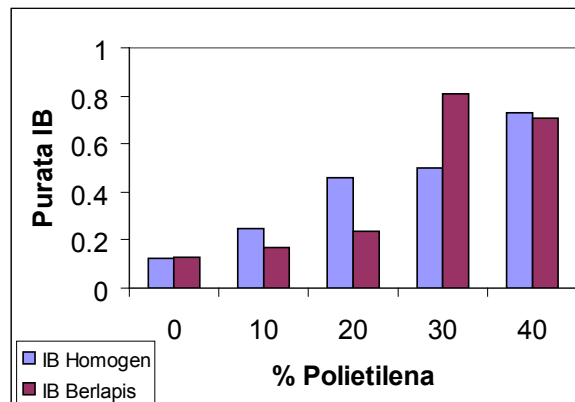


Rajah 3.8: Hubungkait Antara TS dan WA

Menurut Schneider et. al. (1996), nilai minima tahap keperluan industri untuk pengembangan ketebalan mestilah kurang dari 16% dan serapan air mesti kurang dari 60%. Oleh itu kedua-dua papan serpai dengan kombinasi peratus polietilena mencapai tahap keperluan industri. Manakala untuk serapan air, papan serpai berlapis dengan kombinasi semua peratus polietilena memenuhi tahap tersebut, tetapi hanya tahap 30% hingga 40% memenuhi tahap minima keperluan industri pada papan serpai homogen malah ianya lebih baik berbanding papan gentian berketumpatan sederhana yang dibuat dari batang, dahan dan tandan kelapa sawit (Mohd. Nor dan Koh, 2000).

3.3 Kekuatan Ikatan Dalaman (IB)

Kekuatan tegangan bertujuan untuk mengukur kekuatan ikatan polietilena dan perekat yang mengikat partikel habuk kayu bagi membentuk hamparan papan yang akan dikenakan terikan. Berdasarkan kepada Rajah 3.9, kekuatan ikatan dalaman pada papan serpai homogen melebihi tahap piawai BS EN 319:1993 (0.4MPa) pada tiga tahap peratus polietilena iaitu 20%, 30% dan 40%. Manakala bagi papan serpai berlapis pada dua tahap peratus iaitu 30% dan 40%. Nilai ikatan dalaman bagi kedua-dua jenis papan serpai semakin bertambah dengan penambahan polietilena. Ini kerana apabila polietilena dikenakan tekanan haba (195° C), ikatan-ikatan karbon akan terurai dan bertindak dengan ikatan karbon pada urea formaldehid yang mengikat partikel habuk kayu bagi membentuk kepingan papan serpai. Ikatan-ikatan ini menjadi cepat mengeras apabila agen pengeras dicampur bersama. Oleh itu, beban yang dikenakan tidak dapat mengubah bentuk papan serpai. Lilin juga memainkan peranan dengan menghalang kemasukan lembapan daripada masuk selain memastikan permukaan papan serpai tersebut licin.



Rajah 3.9 Kesan % polietilena terhadap IB

Dalam analisis varian (Jadual 3.2), ianya menyatakan terdapat perbezaan signifikan pada tiga tahap peratus polietilena dengan kekuatan dalaman dalam papan serpai homogen. Begitu juga dengan papan serpai berlapis, terdapat perbezaan yang signifikan. Ini bermakna dengan penambahan polietilena, kekuatan ikatan dalaman juga bertambah. Desch dan Dinwoodie (1983) menyatakan, kekuatan papan serpai dipengaruhi oleh perekat yang tahan dengan lembapan. Oleh itu fungsi lain bahan polimer tersebut adalah menghalang lembapan dari mempengaruhi kekuatan urea formaldehid.

3.4 Hubungkait Antara Ketumpatan dan Modulus kekenyalan (MOE)

Secara umumnya, semua sifat mekanikal bagi papan komposit dipengaruhi oleh ketumpatan. Walau bagaimanapun ianya tidak mempengaruhi kestabilan sesuatu produk (Desch dan Dinwoodie, 1983). Nilai MOE bertambah bersama-sama dengan ikatan dalaman secara berkadar terus dengan ketumpatan. Perhubungan secara linear MOE dengan ketumpatan bermakna kandungan partikel yang banyak bagi setiap satu unit isipadu, dan semestinya mempunyai banyak permukaan untuk sentuhan antara partikel dan dengan setiap 1% perubahan dalam ketumpatan akan mempengaruhi 3% kekuatan lenturan (Kumar, 1958).

4 KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimen ini, beberapa kesimpulan dapat diberikan sepertimana di bawah:

- i. Kajian ini telah berjaya menghasilkan papan serpai berlapis yang mengandungi habuk kayu gergaji dan polietilena.
- ii. Kajian ini juga telah berjaya mengkaji sifat mekanikal dua jenis papan serpai berdasarkan peratusan polietilena. Papan serpai berlapis menunjukkan sifat mekanikalnya lebih baik daripada papan serpai selapis.
- iii. Oleh kerana modulus kekenyalan dan modulus kehancuran kedua jenis papan serpai tersebut tidak mencapai tahap minima piawaian, maka papan serpai tersebut sesuai dijadikan produk yang bebas dari tekanan seperti dinding, siling dan lain-lain.
- iv. Eksperimen ini juga berjaya mengenalpasti bahawa 70% habuk kayu gergaji dan 30% polietilena adalah kadar optimum dalam pembuatan papan serpai.

RUJUKAN

- [1] Anon (1996), "Polyethylene." University of Southern Mississippi: Department of Polymer Science.
- [2] British Standard Institution (1993), "Particleboards and Fibreboards –Determinations Of Tensile Strength Perpendicular To The Plane Of The Board." Brussels, BS EN 319: 1993.
- [3] British Standard Institution (1993), "Particleboards and Fibreboards –Determinations Of Swelling Thickness After Immersion In Water." Brussels, BS EN 317: 1993.
- [4] British Standard Institution (1993), "Wood-based Panels – Determinations Of Modulus Of Elasticity in Bending And Of Bending Strength." Brussels, BS EN 310: 1993.

- [5] British Standard Institution (1993), "Wood-based Panels – Determinations Of Density." Brussels, BS EN 323: 1993.
- [6] Desch, H.E and Dinwoodie, J.M.(1983), "Timber – Its Structure, Properties and Utilisation." 6th. Ed.,United Kingdom, The Macmillan Press.
- [7] Jamaludin Kasim, Khairul Zaman Dahalan, Jalaludin Harun, Zaidon Ashaari, Abd. Latif Mohmod dan Mohd. Nor Mohd. Yusof (2000), "Effect of Age, Particle Size, Filler Loading and maleated Anhydride Polyproplene on Some Properties of bamboo Thermoplastic Composite." *Journal of Tropical Forest Products* 7(1):71-87.
- [8] Jamaludin Kasim, Abd. Jalil Hj. Ahmad, Jalaludin Harun, Zaidon Ashaari, Abd. Latif Mohmod dan Mohd. Nor Mohd. Yusof (2000), "Properties of Three-Layered Urea Formaldehyde Particleboard Produced from Bamboo." *Journal Forest Products* 7(2): 153-160.
- [9] Jozsef. B and Benjamin A.J. (1982), *Mechanics of Wood and Wood Composites*, Van Nostrand Reinhold.
- [10] Kumar, V.B., (1958), *Forest Production Journals*, "Particleboard", 12(9):337
- [11] Mohd. Nor Mohd. Yusoff dan Koh, M.P.(2000), "Selection and Performance Of Resins For MDF From Oil Palm Fibre." Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia.
- [12] Mohd. Salleh Abu, Zaidatun Tasir (2001), "Pengenalan Kepada Analisis data Berkomputer SPSS 10.0 for Window". Venton Publishing. 203-234.
- [13] Nor Rahmat Abd. Jalil, (1998), *Kajian Pengeluaran Kayu Gergaji di Sindora Berhad*. Anak Syarikat Perbadanan Johor.
- [14] Ridzuan Ramli, Mohamad Husin, Astimar Abdul Aziz dan Anis Mohktar (2000), "Research and Development Of Oil Palm Medium Density Fibreboard." *Unilisation Of Oil Palm Residue: Progress Towards Commercialisation* (81-88).
- [15] Schneider M.H, Chui, Ying H, Ganey S.B. (1996), "Properties of Particleboard Made With a Polyfurfuryl – Alcohol." *Forest Product Journal*: Vol.46(9): 79-83.

