Rancang Bangun Alat Kempa Panas Dingin Berbasis PLC Untuk Pengolahan Sabut Kelapa Menjadi Parket Sebagai Upaya Peningkatan Nilai Ekonomis Limbah Sabut Kelapa

Ivan Sujana[(1)], Yopa Eka Prawatya[(2)], Retno Budi Lestari[(3)]

[(1,2)] Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik,
[(3)] Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
Universitas Tanjungpura
e-mail: ivan_sujana30@yahoo.com

Abstract– *This research aimed to design and construct PLC based press machine to produce parquet from coco fiber in accordance with the Indonesian National Standard (SNI 01-4449-2006). Researchers conducted a factorial experiment on the composition of the material forming the parquet to have been a factor in the study of high density < 0.84 g/cm3 and medium density factor is 0.40g/cm3 to 0.84 g/cm3. Next step is designing the construction and workings of PLC based parquet press machine, mold the parquet and conduct testing molded parquet products based on the guidelines of the National Standards Agency (BSN) on standard fiber board is SNI 01-4449-2006 . Based on the test results of density, parquet generated by the composition of 50% coco fiber with 50% adhesive and filler classified as High Density Fiberboard and parquet with composition of 65% coco fiber with a 35% mixture of adhesive and filler classified as Medium density Fiberboard. Based on tests of water absorption and water content, parquet with a composition of 35% coco fiber with 65% adhesive and filler or parquet with composition of 50 % coco fiber with 50 % adhesive and filler has been able to meet the requirement . Based on the thick expansion test , only parquet with code C3-IK6 and C3-IK9 qualified to the category of medium density fiberboard. Based on the tensile test perpendicular surface firmness, parquet printout for the composition 35 % coco fiber with 65 % adhesive and filler, and the composition of 50% coco fiber with 50% adhesive and filler has a surface perpendicular firmness pull more than 1.5 kgf/cm2 thus meeting the requirements. Based on the constancy test flexural fracture (MOR) and modulus of elasticity firmness (MOE), test of parquet in this research meet the requirements of SNI No. 01-4449-2006 to the category of medium density fiberboard Type 15.*

Keywords– *Parquet, coco fiber, design, fiber board*

1. Pendahuluan

Kelapa hibrida di Kalimantan Barat berdasar data Badan Pusat Statistik memiliki luas tanam 8.277 Ha dengan hasil 4.521 Ton. Sayangnya kelimpahan sumber daya alam yang ada dari kelapa hibrida tersebut belum dapat menghasilkan nilai tambah yang tinggi dan juga manfaat besar bagi masyarakat, khususnya petani kelapa. Sebagian besar kelapa yang dihasilkan hanya diolah sebagai kopra dan limbah sabut kelapanya digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak atau hanya sebagai limbah yang tidak dimanfaatkan oleh masyarakat, hal ini dikarenakan harga jual sabut kelapa cukup rendah. Berdasarkan survei yang dilakukan tim peneliti, harga sabut kelapa di daerah Punggur Kabupaten Kubu Raya hanya dijual dengan harga Rp. 12.000,-/bak mobil pick up (± 1,5 m^3).

Pengolahan sabut kelapa menjadi parket (*parquet*) merupakan pengembangan dari pengolahan sabut kelapa menjadi papan partikel, dengan pertimbangan bahwa parket memiliki nilai jual yang lebih baik dibanding papan partikel. Parket umumnya digunakan sebagai desain interior rumah mewah, apartemen, restoran, diskotik dan interior ruangan lain dengan fungsinya membuat ruangan lebih hangat dan simbol kemewahan.

Penggunaan alat kempa panas dingin berbasis PLC dalam pengolahan sabut kelapa menjadi parket ini bertujuan untuk mempermudah proses pengolahan dengan mengutamakan proses yang cepat dan efisien serta produk yang berkualitas baik secara mekanik maupun fisik. Penggunaan alat yang mudah juga dapat meningkatkan minat masyarakat untuk lebih produktif sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis sabut kelapa.

2. Teori Dasar

Stark and Rowlands (2003) mengungkapkan bahwa komposit yang diperkuat serat tanaman, sifat-sifat mekanisnya akan meningkat secara linear seiring dengan pertambahan persen berat serat, karakteristik mekanik yang meningkat adalah kekuatan tarik, kekuatan bending, serta kekuatan impak.

Menurut Biswas, dkk. (2001), beberapa karakteristik yang juga merupakan kelebihan dari komposit yang diperkuat serat alam yaitu :

1. Dapat dicat, dipoles, maupun dilaminasi
2. Tahan terhadap penyerapan air
3. Murah karena bahan baku seratnya banyak tersedia di alam dan proses pembuatannya relatif muda dan sederhana
4. Kuat dan kaku
5. Ramah lingkungan, karena materialnya merupakan bahan organik dan bisa didaur ulang secara alami oleh lingkungan

   Memiliki kemampuan dan diproses dengan baik.

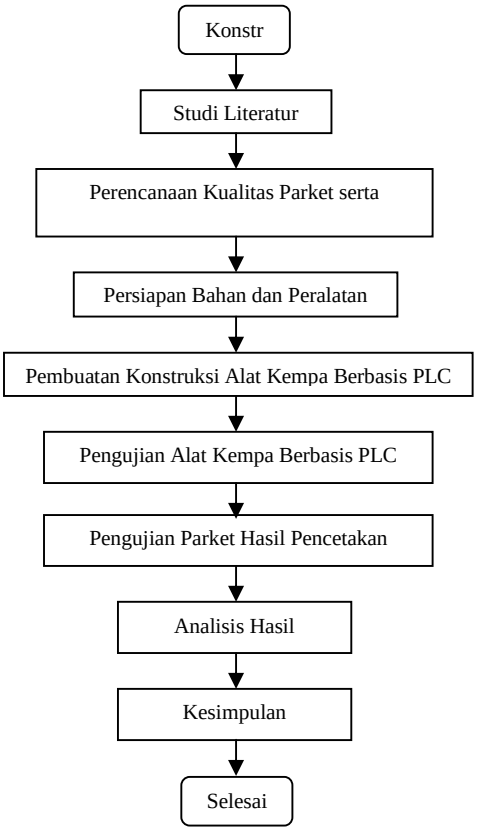
Menurut Grimwood (1975) diacu dalam Tyas (2000), terdapat tiga jenis serat yang dihasilkan dari sabut kelapa, yaitu:

1. *Mat/yarn fibre* adalah bahan yang memiliki serat yang panjang dan halus, cocok untuk pembuatan tikar dan tali.
2. *Bristle/fibre* adalah bahan yang memiliki serat yang kasar yang sering dimanfaatkan untuk pembuatan sapu dan sikat.
3. *Mattres* adalah bahan yang memiliki serat pendek dan dimanfaatkan sebagai bahan untuk pengisi kasur.

Sabut kelapa memiliki beberapa sifat yaitu tahan lama, kuat terhadap gesekan dan tidak mudah patah, tahan terhadap air (tidak mudah membusuk), tahan terhadap jamur dan hama (Ulfa, 2006).

Menurut Achmad (1973) papan serat adalah papan tiruan yang dibuat dari serat kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dimana bahan pengikatnya berasal dari bahan baku yang bersangkutan. Bahan lain dapat ditambahkan untuk memberikan sifat-sifat khusus seperti kekuatan, ketahanan terhadap kelembaban, api, serangan jamur dan serangga.

Alat kempa panas dingin berbasis PLC untuk pengolahan sabut kelapa menjadi parket yang dirancang dan dibangun melalui langkah-langkah seperti pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian

3. Hasil

3.1. Material Parket Sabut Kelapa

Pada bahan serat sabut kelapa dilakukan pemotongan serat dengan ukuran ± 1cm sebelum dicampurkan dengan filler dan perekat untuk kemudian dipress.

Faktor komposisi antara serat sabut kelapa, filler dan perekat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. 65% berat partikel sabut kelapa dengan campuran perekat dan pengisi 35%
2. 50% berat partikel sabut kelapa dengan campuran perekat dan pengisi 50%
3. 35% berat partikel sabut kelapa dengan campuran perekat dan pengisi 65%

Faktor kerapatan parket pada penelitian ini berdasarkan pada teori Maloney yang menyatakan papan serat terdiri dari 3 golongan yaitu :

1. Kerapatan rendah < 0,40 g/cm^3 (IK 04)
2. Kerapatan sedang 0,40 – 0,84 g/cm^3 (IK 06)
3. Kerapatan tinggi > 0,84 g/cm^3 (IK 09)

3.2. Mesin Kempa Panas/Dingin Berbasis PLC

Mesin kempa dirancang untuk mempercepat proses pencetakan parket secara otomatis dan menghasilkan produk yang memiliki kualitas sama pada setiap pencetakan baik dari segi kerapatan, daya serap air, kadar air dan kekuatan. Sehingga diperlukan komponen untuk mendukung proses tersebut yaitu :

1. Silinder Pneumatik berfungsi sebagai penggerak penampang cetakan pres parket yang terhubung dengan kompresor dan rangkaian PLC.
2. Elemen pemanas berfungsi sebagai pemanas bagian cetakan parket yang terhubung dengan rangkaian kelistrikan dan PLC.
3. PLC berfungsi sebagai pengatur waktu pengepresan dan suhu pengepresan.
4. Kompresor berfungsi sebagai penggerak silinder pneumatik.

Pengaturan lamanya waktu pengepresan dan besarnya temperatur pemanas mesin kempa saat melakukan pencetakan yaitu 5 menit waktu pengepresan dan dengan temperatur 80^{0}C, hal ini disesuaikan dengan kondisi optimal yang telah diperoleh melalui beberapa kali percobaan pengempaan parket.

Proses mekanisme kerja alat kempa berbasis PLC dalam penelitian ini dirancang sesuai dengan tahapan logika proses pencetakan parket yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Saat tombol ON dihidupkan, maka PLC akan menghidupkan aliran listrik ke elemen pemanas untuk melakukan proses pemanasan pada mat pencetak parket.
2. Kontrol temperatur pada mat pencetak parket akan memberikan informasi perubahan suhu pada PLC. Batas temperatur pada mat pencetak parket yang diinginkan adalah 80^{0}C.

3. Setelah temperatur pada mat pencetak parket mencapai 80^0C, maka PLC akan mengalirkan arus listrik ke Solenoid sehingga katup inlet tekanan udara akan terbuka dan mengalirkan tekanan udara ke Silinder Pneumatik.
4. Setelah mendapat aliran tekanan udara, maka piston Silinder Pneumatik akan bekerja dan menekan turun penampang mat cetakan parket. Pada saat penampang mat cetakan parket turun, mat cetakan akan menyentuh Limit Switch yang kemudian akan memberikan informasi ke PLC untuk menghidupkan Timer, sehingga akan mengatur lama waktu penekanan cetakan parket sesuai dengan yang sudah diprogramkan.
5. Setelah lama waktu pengepresan telah tercapai (5 menit), maka PLC kemudian akan memutuskan aliran listrik ke Solenoid dan katup outlet tekanan udara akan terbuka dan membuang tekanan udara yang terdapat pada Silinder Pneumatik sehingga piston Silinder Pneumatik akan tertarik ke atas dan penampang mat cetakan parket akan terbuka (naik).
6. Siklus untuk proses pengepresan parket tersebut akan terus berulang dari langkah 1 sampai dengan langkah 6 dan diprogramkan ke dalam PLC.

Gambar 2. Mesin Kempa Parket Berbasis PLC

3.3. Pengujian Sifat Fisik Parket

1. Uji Kerapatan

Tabel 1. Hasil Pengujian Kerapatan

No	Kerapatan tujuan (gr/cm)	Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Volume (cm)	Berat (gr)	Kerapatan (gr/cm)	Standar SNI
1	0,6	C1-IK6	10	10,05	0,53	53,26	32,60	0,612	0,4-0,8
2	0,6	C2-IK6	10,1	10	0,5	50,52	31,31	0,620	0,4-0,8
3	0,6	C3-IK6	10	10	0,52	52,10	31,37	0,603	0,4-0,8
4	0,9	C1-IK9	10,11	10	0,5	50,55	47,62	0,942	>0,8
5	0,9	C2-IK9	10	10	0,53	53,10	50,09	0,945	>0,8
6	0,9	C3-IK9	10,05	10,1	0,51	51,76	48,35	0,934	>0,8

Berdasarkan tabel 1, menunjukkan bahwa kerapatan yang dihasilkan dari pembuatan parket berbahan baku sabut kelapa dengan perekat *urea formaldehyde* secara keseluruhan memenuhi persyaratan SNI Nomor 01-4449-2006 yaitu antara 0,40 g/cm3 s/d 0,84 g/cm3 dengan kategori PSKS dan > 0,84 g/cm3 dengan kategori PSKT.

2. Uji Penyerapan Air

Tabel 2.Data Hasil Pengujian Penyerapan Air

No	Benda Uji	Berat Sebelum Direndam (g)	Berat Setelah Direndam selama 24 jam (g)	Penyerapan Air (%)
1	C1-IK6	32,60	38,35	17,57
2	C2-IK6	31,31	34	8,54
3	C3-IK6	31,37	33,3	6,1
4	C1-IK9	47,62	56,6	18,811
5	C2-IK9	50,09	55,6	11,08
6	C3-IK9	48,35	52,2	7,8

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa kandungan perekat berpengaruh terhadap tingkat penyerapan air dari parket, semakin tinggi perekat yang digunakan maka air yang diserap semakin sedikit. Parket dengan kandungan perekat yang lebih rendah akan menyerap air lebih banyak daripada parket dengan persentase perekat yang lebih banyak.

3. Kadar Air

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kadar Air

No	Benda Uji	Berat Awal (g)	Berat Mutlak (g)	Kadar Air (%)
1	C1-IK6	32,60	29,7	9,76
2	C2-IK6	31,31	28,9	8,34
3	C3-IK6	31,37	29,58	6,03
4	C1-IK9	47,62	42,84	11,15
5	C2-IK9	50,09	45,83	9,28
6	C3-IK9	48,35	44,45	8,78

Hasil pengujian menunjukkan pengaruh perekat dengan kadar air, kadar air terendah diperoleh pada perbandingan 35% rajangan sabut kelapa dengan 65% filler dan perekat.

Ditinjau berdasarkan SNI No. 01-4449-2006 yang menetapkan kadar air maksimal pada papan serat adalah 13%. Hasil dari pencetakan parket berbahan baku rajangan sabut kelapa didapatkan bahwa seluruh perlakuan pada kerapatan 0,6 g/cm3 dan 0,9 g/cm3 kadar airnya dibawah 13% sehingga memenuhi persyaratan kadar air.

4. Pengembangan Tebal

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Pengembangan Tebal

No	Benda Uji	Tebal Sebelum Direndam (cm)	Tebal Setelah Direndam (cm)	Pengembangan Tebal (%)
1	C1-IK6	0,53	0,68	28,30
2	C2-IK6	0,5	0,6	20,00
3	C3-IK6	0,52	0,6	15,38
4	C1-IK9	0,5	0,65	30,00
5	C2-IK9	0,53	0,64	20,75
6	C3-IK9	0,51	0,59	15,69

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa kandungan perekat berpengaruh pada ketahanan terhadap pengembangan tebal, semakin tinggi kandungan perekat maka semakin kecil pengembangan tebal dari parket.

5. Pengujian Keteguhan Tarik Tegak Lurus Permukaan.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Tarik Tegak Lurus Permukaan

No	Benda Uji	Beban Maksimum (kgf)	Lebar (cm)	Panjang (cm)	Keteguhan Tarik Tegak Lurus Permukaan (Kgf/cm2)
1	C1-IK6	41,00	5	5	1,64
2	C2-IK6	52,50	5	5	2,10
3	C3 IK6	74,50	5	5	2,98
4	C1-IK9	82,50	5	5	3,30
5	C2-IK9	89,00	5	5	3,55
6	C3-IK9	95,00	5	5	3,84

Berdasarakan Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi perekat dan kerapatan parket maka semakin tinggi kekuatan keteguhan tarik tegak lurus permukaan parket yang dihasilkan.

Berdasarkan SNI Nomor 01-4449-2006 yaitu keteguhan tarik tegak lurus permukaan dipersyaratkan lebih dari 1,5 kgf/cm2 sehingga seluruh perlakuan pada kerapatan 0,6 g/cm2 dan 0,9 g/cm2 memenuhi persyaratan.

6. Pengujian Keteguhan Modulus Elastisitas (MOE) Parket.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian MOE

No	Benda Uji	Selisih Beban Panjang (kgf)	Jarak Sanggah (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Selisih Defleksi Panjang (cm)	Modulus Elastis (kgf/cm)
1	C1-IK6	9,88	15	5	0,49	0,61	23251,79
2	C2-IK6	10,71	15	5	0,49	0,57	26950,71
3	C3-IK6	12,24	15	5	0,5	0,58	28489,66
4	C1-IK9	15,21	15	5	0,51	0,57	33945,92
5	C2-IK9	18,36	15	5	0,5	0,61	40632,79
6	C3-IK9	22,73	15	5	0,51	0,67	43157,66

Modulus elastisitas bedasarkan SNI Nomor 01-4449-2006 dipersyaratkan minimum 20.400 kgf/cm2 sehingga keseluruhan komposisi dengan kerapatan 0,6 g/cm2 dan 0,9 g/cm2 memenuhi persyaratan. Pembagian kriterianya untuk kode C1-IK6 sesuai dengan papan serat biasa dan papan serat dekoratif tipe 8, C2-IK6 dan C3-IK6 sesuai dengan tipe 13 dan C1-IK9 sesuai dengan tipe 28, sedangkan untuk C2-IK9 dan C3-IK9 sesuai dengan persyaratan papan serat biasa struktural.

7. Pengujian Keteguhan Lentur Patah (MOR) Parket.

Tabel 7. Data Hasil Pengujian MOR

No	Benda Uji	Beban Maksimum (kgf)	Jarak Sanggah (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Keteguhan Lentur (kgf/cm²)
1	C1-IK6	5,89	15	5	0,49	110,39
2	C2-IK6	7,19	15	5	0,49	134,76
3	C3-IK6	7,55	15	5	0,5	135,90
4	C1-IK9	9	15	5	0,51	155,71
5	C2-IK9	12,45	15	5	0,5	224,28
6	C3-IK9	14,28	15	5	0,51	247,06

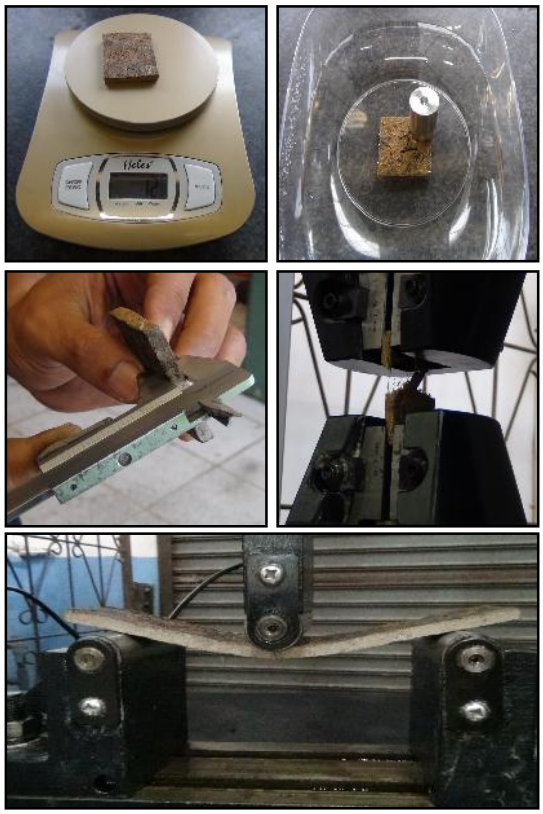
Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan hubungan antara jumlah perekat dan kerapatan terhadap keteguhan lentur parket dimana C3-IK9 memiliki keteguhan modulus lentur mencapai 247,06 kgf.

Produk parket sabut kelapa dari hasil pengujian jika dibandingkan dengan persyaratan dari SNI Nomor 01-4449-2006 diperoleh bahwa produk parket dengan kode C1-IK6, C2-IK6 dan C3-IK6 termasuk dalam golongan Papan Serat Kerapatan Sedang (PSKS) Tipe 5, karena memiliki keteguhan lentur patah ≥ 51 kgf/cm2 dan ≤ 152 kgf/cm2, sedangkan produk parket dengan kode C1-IK9, C2-IK9 dan C3-IK9 termasuk dalam golongan Papan Serat Kerapatan Sedang (PSKS) Tipe 15 karena memiliki keteguhan lentur patah ≥ 153 kgf/cm^2 dan ≤ 254 kgf/cm^2.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Ukuran serat sabut kelapa yang tidak terlalu panjang (± 1 cm) mempermudah proses pemasukan bahan pada pencetak dan dapat menghasilkan kerapatan parket yang lebih optimal.
b. Berdasarkan hasil penelitian ini, parket yang dihasilkan dengan komposisi 50% serat sabut kelapa dengan 50% perekat dan filler tergolong dalam Papan Serat Kerapatan Tinggi (PSKT) dengan kerapatan 0,84 g/cm^3 dan parket dengan komposisi 65% serat sabut kelapa dengan 35% campuran perekat dan filler tergolong dalam Papan Serat Kerapatan Sedang (PSKS) dengan kerapatan 0,40 g/cm^3 s/d 0,84 g/cm^3.
c. Berdasarkan uji daya serap air dan kadar air, baik parket dengan komposisi 35% serat sabut kelapa dengan 65% perekat dan filler maupun parket dengan komposisi 50% serat sabut kelapa dengan 50% perekat dan filler sudah dapat memenuhi SNI No. 01-4449-2006.
d. Berdasarkan uji pengembangan tebal, hanya hasil cetakan parket dengan kode C3-IK6 dan C3-IK9 yang memenuhi syarat untuk kategori papan serat kerapatan sedang (PSKS), artinya semakin tinggi kandungan perekat maka semakin kecil pengembangan tebal dari parket.
e. Berdasarkan uji keteguhan tarik tegak lurus permukaan, hasil cetakan parket untuk komposisi 35% serat sabut kelapa dengan 65% perekat dan filler, dan komposisi 50% serat sabut kelapa dengan 50% perekat dan filler memiliki keteguhan tarik tegak lurus permukaan lebih dari 1,5 kgf/cm2 sehingga memenuhi persyaratan SNI Nomor 01-4449-2006.
f. Berdasarkan uji keteguhan lentur patah (MOR) keteguhan modulus elastisitas (MOE), hasil cetakan parket uji dalam penelitian ini memenuhi persyaratan SNI Nomor 01-4449-2006 untuk kategori papan serat kerapatan sedang (PSKS) Tipe 15.



Gambar 3. Proses Pengujian Parket

Referensi

[1]. Achmadi, SS. 1973. Industri Papan Serat, Prospek dan Masalahnya. LPHH. Laporan No.7. Bogor.

[2]. Biswas, S., Srikanth, G. and Nangia, N., (2001). *Develpoment of Natural Fibre Composites in India, 2001 Convention and Trade Show*. Florida USA: Composites Fabricators Association.

[3]. Maloney, TM, (1993), Modern Particel Board and Dry-Process Fiberboard Manufacturing, Edisi Revisi, USA : Miller Freeman Inc. San Fransisco

[4]. Stark, N.M. and R.E. Rowlands. 2003. *Effects of Wood Fiber Characteristics on Mechanical Properties of Wood/Polypropylene Composites*. Wood and Fiber Science. 35(2): 167-174.

[5]. Tyas, S.I.S., 2000. *Studi Netralisasi Limbah Serbuk Sabut Kelapa (Cocopeat) Sebagai Media Tanam.* Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

[6]. SNI 01-4449-2006. 2006. *Fibre Board,* Badan Standarisasi Nasional.

[7]. Ulfa, Maria. Khoiri, Miftahul. Permata, Erlanda. 2007. *Rekayasa Sabut Kelapa Sebagai Papan Partikel Peredam Panas Pada Interior Perumahan*. Program Kreatifitas Mahasiswa. Malang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.

Biography.

Ivan Sujana, lahir di Singkawang, 30 Desember 1970. Tahun 1995 dia memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) dari Universitas Jenderal Achmad Yani dengan bidang keahlian Teknik dan Manajemen Industri. Kemudian gelar Magister Teknik (MT) Teknik dan Manajemen Industri di peroleh dari Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 2004. Sejak tahun 1999 sampai dengan sekarang dia merupakan dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

Yopa Eka Prawatya, lahir di Yogyakarta, 8 April 1985. Tahun 2007 dia memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) dari IST Akprind dengan bidang keahlian Teknik Industri. Kemudian gelar Master of Engineering (MEng) Jurusan Teknik Mesin di peroleh dari Universitas Gajah Mada (UGM) pada tahun 2010. Sejak tahun 2010 sampai dengan sekarang dia merupakan dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Retno Budi Lestari, lahir di Jombang 21 Maret 1966. Tahun 1990 dia memperoleh gelar Insinyur di bidang peternakan dari Universitas Brawijaya. Kemudian gelar MSc diperoleh dari Universitas Gadjah Mada (UGM) pada bidang Ilmu dan Teknologi Pangan. Sejak tahun 1993 menjadi dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura.