



ANALISIS UNJUK KINERJA ALAT TEKAN PNEUMATIK DENGAN VARIASI POLA DISTRIBUSI TEKANAN DAN PEMODELAN SUHU STEAM TERHADAP PRODUK PAPAN SERAT ALAM

DENI PURNOMO



**ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Unjuk Kinerja Alat Tekan Pneumatik Dengan Variasi Pola Distribusi Tekanan, dan Pemodelan Suhu Steam Terhadap Produk Papan Serat Alam” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2023

Deni Purnomo
E2501202006

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

DENI PURNOMO Analisis Unjuk Kinerja Alat Tekan Pneumatik Dengan Variasi Pola Distribusi Tekanan, dan Pemodelan Suhu Steam Terhadap Produk Papan Serat Alam. Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. DEDE HERMAWAN, M.Sc dan Dr. SASA SOFYAN MUNAWAR, S.Hut, M.P.

@Hak cipta milik IPB University

Sebagai bahan baku pengganti kayu yaitu bahan baku serat alam yang berkelanjutan merupakan bahan non struktural menjadi salah satu produk non kayu yang digunakan untuk papan insulasi, bahan non kayu sebagai bahan terbarukan merupakan salah satu alternatif untuk menjaga lingkungan kelestarian hutan. Papan insulasi sebagai bahan pengisi dinding partisi umumnya menggunakan bahan non alam seperti *polystyrene*, *polyurethane foam*, *fiberglass*, *glass wool*, *polyester*, dan lain lain yang memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai bahan isolasi. *Polyurethane adhesive* (PU) merupakan salah satu polimer industri yang banyak digunakan karena sifatnya yang memiliki kekuatan mekanik yang ringan dan tinggi serta kemampuannya untuk memodifikasi bahan kimia awal menjadi berbagai poliuretan dengan sifat yang diinginkan (baik poliuretan kaku, poliuretan fleksibel atau poliuretan perekat). PU terbentuk dari kombinasi dua senyawa reaktif, yaitu polioliol dan isosianat.

Adapun kebaruan dari penelitian ini yaitu membuat produk papan serat berkualitas dengan menggunakan peralatan tekanan pneumatik yang berpengaruh terhadap kepadatan papan serat kelapa dengan perekat polioliol isosianat yang berpengaruh terhadap koefisien penyerapan suara, dan konduktivitas termal, juga pemodelan pemanasan menggunakan uap panas yang berfungsi sebagai percepatan pengeringan perekat poliuretan.

Untuk mempermudah pengepresan dalam pembuatan papan serat alam dibutuhkan alat berupa mesin, sebagai tenaga penekan mesin pneumatik adalah merupakan salah satu daya penekan dengan memanfaatkan tekanan udara. Sistem pneumatik merupakan sistem penggerak yang memanfaatkan system udara bertekanan yang dapat dilakukan oleh aktuator (Khalid dan Raihan 2016) Penggunaan udara bertekanan dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan seperti proses produksi misalnya gerakan mekanik yang selama ini dilakukan oleh tenaga manusia. Penekan pneumatik ini digunakan untuk pembuatan pengepresan papan serat kelapa dengan kerapatan rendah sebagai bahan insulasi.

Kelebihan dari pneumatik dimana udara yang bertekanan mudah diperoleh, aman dan bersih bebas polusi tidak seperti *fluida hydraulic* jika mengalami kebocoran akan mencemari lingkungan, pneumatik aman terhadap ledakan, dan suhu tinggi akibat kompresi. namun disamping itu bukannya tanpa kekurangan dalam penggunaan pneumatik adapun kekurangan penggunaan pneumatik adalah dimana gaya tekan terbatas dimana udara tekan pada suatu kompresi yang besar tentu saja membutuhkan dimensi selinder yang besar juga untuk mendistribusikan tekanan $P = \frac{F}{A}$, selain itu untuk memampatkan udara bertekanan dibutuhkan mesin kompresi yang membutuhkan daya biaya energi yang tinggi, hal lain kekurangan dari pneumatik yaitu menimbulkan polusi suara yang bising akibat tekanan udara.

Untuk mengetahui efektifitas kinerja dari alat pneumatik maka dibuat produk papan serat alam yang kemudian dilakukan pengujian kerapatan sebagai parameternya, selain itu dilakukan pengujian analisis data ketangguhan alat. Pembuatan papan serat alam dengan perekat poliuretan karena jenis perekat ini merupakan perekat jenis



thermosetting dari sisi proses dapat dilakukan tanpa menggunakan panas dengan temperatur tinggi, namun dapat juga dilakukan proses pembuatan papan serat menggunakan uap panas suhu 100 °C sampai dengan 120°C dan waktu kempa 10 menit dengan tekanan 5 kg/cm hal ini dimaksudkan untuk mempercepat proses pengeringan perekat.

Mengacu pada JIS A 5905-2003 untuk pembuatan papan insulasi dengan kerapatan dibawah 0,35 g/cm² maka dibuat jenis variasi densitasnya adalah 0,04, 0,06, 0,08, dan 0,1 gram/cm³ dengan ketebalan 5 cm, papan uji ukuran 210 x 120 x 5 cm yang kemudian dipotong secara acak diagonal dengan ukuran 30 cm x 30 cm. Pengujian suara dilakukan menggunakan metode dengan fungsi transfer (ISO 10534-2:1998) rentang frekuensi 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300 Hz ukuran sampel uji diameter 3 cm untuk frekuensi tinggi dan diameter 10 cm untuk frekuensi rendah sedangkan nilai koefisien bunyi terendah berada pada kerapatan 0,04 gram/cm³ dengan nilai koefisien serapan (α) pada frekuensi 100 dan densitas tertinggi adalah 0,08 dan 0,1 g/mm³ pada frekuensi 2000 dan 5000 dengan nilai koefisien serapan (α) 0,76 dan 0,8 serta pengujian konduktivitas termal mengacu pada ISO 8894 (kawat panas) nilai D0.1 yang lebih tinggi adalah 0069 W/mK dan nilai D0,04 yang lebih rendah adalah 0,051 W/mK. Pengujian ketahanan pembakaran dengan metode U-Shape dengan metode FMVSS 302-2006, pengujian sifat fisis dan mekanik menggunakan universal testing machine (UTM) 50 kN merk Shimadzu (Jepang).

Kata kunci: *Pneumatic, Insulation Board, bahan terbarukan bukan kayu.*

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

DENI PURNOMO "*Pneumatic Press Tool Performance Analysis wWith Variations in Pressure Distribution Patterns, and Steam Temperature Modeling of Natural Fiber Board Products*". Guided by Prof. Dr. Ir. DEDE HERMAWAN, M.Sc and Dr. SASA SOFYAN MUNAWAR, S.Hut, M.P

As a raw material for replacing wood, namely sustainable natural fiber raw materials, which are non-structural materials and are one of the non-wood products used for insulation boards, non-wood materials as renewable materials are an alternative to protecting the forest environment. Insulation boards used as fillers for partition walls generally use non-natural materials such as polystyrene, polyurethane foam, fiberglass, glass wool, polyester, and others, which have advantages and disadvantages as insulation materials. Polyurethane adhesive (PU) is one of the most widely used industrial polymers because of its light weight, high mechanical strength, and ability to modify the initial chemical into various polyurethanes with the desired properties (either rigid polyurethane, flexible polyurethane, or adhesive polyurethane). PU is formed from a combination of two reactive compounds, namely polyols and isocyanates.

The novelty of this research is making quality fiberboard products using pneumatic pressure equipment which affects the density of coconut fiberboard with polyol isocyanate adhesive which affects the sound absorption coefficient, and thermal conductivity, as well as modeling heating using hot steam which functions as an accelerated adhesive drying polyurethane. To facilitate pressing in the manufacture of natural fiber boards, a tool is needed in the form of a machine, as a pneumatic engine pressing force is one of the pressing forces by utilizing air pressure. The pneumatic system is a propulsion system that utilizes a compressed air system that can be carried out by an actuator (Khalid dan Raihan 2016). The use of compressed air can be developed for various purposes such as production processes, for example mechanical movement which has been carried out by human power. This pneumatic press is used for the manufacture of pressing low density coconut fiberboard as insulation material. The advantages of pneumatics are that compressed air is easy to obtain, safe and clean, and free of pollution, unlike hydraulic fluid, if it leaks, it will pollute the environment. Pneumatics is also safe against explosions, and can reach high temperatures due to compression. However, there are some disadvantages to using pneumatics. The disadvantages of using pneumatics are that the compressive force is limited, and compressed air at a large compression course requires large cylinder dimensions as well as large cylinder dimensions to distribute PFA pressure. In addition to compressing compressed air, compression machines with high energy costs are required.

As a parameter of the success of the pressing device then to find out the effectiveness of the performance of the pneumatic tool, natural fiber board products were made, which were then tested. Because polyurethane adhesives are thermosetting, they can be manufactured without using heat at high temperatures; however, the process for making fiberboard can also be carried out using hot steam at a temperature of 100 0C to 1200 0C and a 10-minute pressing time pressure of 5 kg/cm this is intended to speed up the drying process of the adhesive. Referring to JIS A 5905-2003 for the manufacture of insulation boards with densities below 0,35 g/cm², density variations of 0,04, 0,06, 0,08, and 0,1 gram/cm³ are made with a thickness of 5 cm, test boards measuring 210 x 120 x 5 cm, and then randomly cut diagonally with a size of 30 cm x



30 cm. Sound testing was carried out using a method with a transfer function (ISO 10534-2:1998), with a frequency range of 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000. The 6300 Hz test sample size is 3 cm in diameter for high frequencies and 10 cm in diameter for low frequencies, while the lowest sound coefficient value is at a density of 0,04 gram/cm³ with an absorption coefficient value (α) at a frequency of 100, and the densities the highest were 0,08 and 0,1 g/mm³ at frequencies of 2000 and 5000 with absorption coefficient values (α) of 0,76 and 0,8, and higher D0,1 values were found in thermal conductivity testing using ISO The lower 0,04 represents 0,051 W/mK. Combustion resistance testing with the FMVSS 302-2006 method and physical and mechanical properties testing with a Shimadzu (Japan) 50 kN universal testing machine (UTM).

Keywords: *pneumatic, insulation board, renewable non-timber materials.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2023
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



ANALISIS UNJUK KINERJA ALAT TEKAN PNEUMATIK DENGAN VARIASI POLA DISTRIBUSI TEKANAN DAN PEMODELAN SUHU STEAM TERHADAP PRODUK PAPAN SERAT ALAM

DENI PURNOMO

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Teknologi Hasil Hutan.

**ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Dr. Istie Sekartining Rahayu S.Hut., M.Si



Judul Tesis : Analisis Unjuk Kinerja Alat Tekan Pneumatik Dengan Variasi Pola Distribusi Tekanan, dan Pemodelan Suhu Steam Terhadap Produk Papan Serat Alam

Nama : Deni Purnomo
NIM : E2501202006

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh



Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Dede Hermawan, M.Sc



Pembimbing 2:
Dr. Sasa Sofyan Munawar, S.Hut, M.P

Diketahui oleh



Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Rita Kartika Sari, M.Si
NIP. 196811241995122001



Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan
Dr. Ir. Naresworo Nugroho M.S
NIP. 196501221989031002

Tanggal Ujian:
(22 Desember 2022)

Tanggal Lulus: 31 JAN 2023

Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSRG, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code





PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Adapun tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan April 2021 sampai bulan Desember 2022 ini ialah tesis, dengan judul “**Analisis Unjuk Kinerja Alat Tekan Pneumatik Dengan Variasi Pola Distribusi Tekanan, dan Pemodelan Suhu Steam Terhadap Produk Papan Serat Alam**” yang bertempat di Pusat Riset Biomassa Bioproduk *Integrated Laboratorium* Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Dede Hermawan, M. Sc, dan Dr. Sasa Sofyan Munawar, S. Hut, M.P yang telah membimbing dan banyak memberi bantuan dan saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan sebesar besarnya penulis sampaikan kepada Kepala Organisasi Riset Pusat Riset Ilmu Hayatidan Lingkungan BRIN Dr. Iman hidayat, Kepala Pusat Riset Biomassa Bioproduk BRIN, Dr. Akbar Hanif Dawam M.T atas dukungan moril yang telah memberi izin penelitian dan Degree by Research, Technology and Innovation Platform (JASTIP S-06) khususnya Prof. Hiroshi Isoda dan Prof. Wahyu Dwianto untuk *financial support* publikasi juga pada teman teman peneliti serta staf Laboratorium atas masukan dan diskusinya, Teman teman Perekayasa/Litkayasa yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah Aso Supardi (almarhum), Ibu Emi Rosmiati, Ibu Hj. Suriam, Istri Eva Juniarti S,Pdi, Anak M Rizki Deva Ananda, Livia Deva Ajrina dan Kania Adilla Deva Purnama, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya sehingga *study* ini dapat terlaksana.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	iii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	6
1.4 Manfaat	6
1.5 Ruang Lingkup	6
II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Alat kempa dengan penekan pneumatik	8
2.2 Simulator/ Pemodelan pneumatik dan sebaran uap panas	10
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Pengujian alat tekan	11
3.4 Prosedur Kerja	12
3.5 Pembuatan Papan insulasi Serat Kelapa Serta Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis	13
3.6 Pemotongan Contoh Uji Papan Partikel Serat Kelapa	16
3.7 Pengujian Akustik Koefisien Daya Serap Suara(α)	16
3.8 Pengujian Koefisien Panas dan Daya Hambat Panas	16
3.9 Uji Bakar	17
3.10 Analisis data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Kinerja dan Pemodelan Alat Tekan Pneumatik	18
4.1.1 Perhitungan kapasitas waktu pergerakan piston	18
4.1.2 Perhitungan Pneumatik	19
4.1.3 Konsumsi Udara Tekan Setiap Langkah Piston Konsumsi Udara Saat Piston Maju	19
4.1.4 Konsumsi Udara Saat Piston Mundur	19
4.1.5 Total konsumsi udara	20
4.1.6 Kecepatan gerak piston Ketika maju dan mundur	20
4.1.7 Waktu yang dibutuhkan	20
4.2 Pemodelan sebaran uap panas (<i>steam</i>)	21
4.3 Sifat Mekanis Papan Serat Kelapa	22
4.4 Sifat Fisis Papan Insulasi Serat Kelapa	24
4.5 Koefisien Absorpsi Papan Insulasi Serat kelapa	26
4.6 Konduktifitas Termal dan tahanan Termal Papan Insulasi Serat Kelapa	28
4.7 Uji Daya Tahan Terhadap Api	30
4.8 Analisis kinerja alat pneumatik	32
V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

LAMPIRAN	40
RIWAYAT HIDUP	43

DAFTAR TABEL

1	Table 1 Data BPS Produksi kelapa	2
2	Table 2 Standar baku mutu suara	3
3	Table 3 Rekapitulasi hasil perhitungan perancangan alat tekan pneumatik	21
4	Table 4 Anova TS	25
5	Table 5 Sifat fisik dan mekanik papan isolasi serat kelapa dengan perekat poliuretan	26
6	Table 6 koefisien absorpsi suara (α) pada frekuensi rendah	27
7	Table 7 Penyerapan Coefficient (α) pada frekuensi tinggi	28
8	Table 8 Perbandingan nilai tahan panas dengan konduktivitas termal	30

DAFTAR GAMBAR

9	Diagram alir penelitian	7
10	grafik efektifitas penggunaan udara (Werner Rohrer, 1990)	8
11	(a) Control valve, (b) regulator, (c) valve reducer, (d) piston, (e) kompressor	11
12	<i>Design</i> gambar pembuatan alat press pneumatik pembuat papan serat alam	13
13	Proses pembuatan papan insulasi serat kelapa	14
14	Pola pemotongan contoh uji	15
15	Alat Uji Suara Tabung Impendansi dan <i>sample</i> uji	16
16	Perancangan alat tekan pneumatik papan serat	21
17	(a) Simulasi pemodelan <i>velocity</i> , (b) pemodelan distribusi suhu, (c) Pemodelan <i>Pressure</i>	22
18	3D <i>Keyence Microscope</i>	23
19	Kerapatan papan serat kelapa	24
20	Moisture Conten dari papan serat	24
21	Daya serap air	25
22	Pengembangan tebal dan anova	26
23	Sample uji daya serap suara	27
24	Sound absorption coefisient (SAC)	27
25	Konduktivitas <i>thermal</i> papan insulasi serat kelapa	29
26	Thermal resistansi papan insulasi serat kelapa	29
27	Pengujian <i>Flammability</i>	30
28	(a) Sample D0,1	31
29	(b) Sample D0,08	31
30	(c) Sample D0,06	31
31	(d) Sample D0,04	31
32	<i>Capability</i> proses alat tekan pneumatik	35
33	data <i>six pack pressure</i> alat tekan pneumatik	36



DAFTAR LAMPIRAN

34	Lampiran 1 Perbandingan nilai tahan panas dengan konduktivitas termal	40
35	Lampiran 2 alat tekan pneumatik	40
36	Lampiran 3 Hasil pengujian Konduktifitas Panas	41
37	Lampiran 4 Hasil pengujian rambat pembakaran	42

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.