

1000315

LAPORAN HASIL
HIBAH
PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI
(HIBAH PEKERTI)

Angkatan VI-2008



**BIO-KOMPOSIT *HYBRID*
YANG MEMILIKI UNJUK KERJA MAKSIMAL
PADA BEBAN FATIK
DEMGAN STRESS RATIO $R=-1$**

Ir. Djarot B. Darmadi, MT.
Ir. Ari Wahjudi, MT.
Prof. Chobin Makae, Dr.Eng.

Universitas Brawijaya Malang



HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN TAHUN I HIBAH PEKERTI

1. Judul Penelitian : Bio-Komposit Hybrid yang Memiliki Unjuk Kerja Maksimal pada Beban Fatik dengan *Stress Ratio* $R = -1$.
2. Ketua Penelitian
- 2.1 Data Pribadi
- a. Nama Lengkap : Ir. Djarot B. Darmadi, MT.
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP / Golongan : 13212571473^d
 - d. Strata / Jab. Fungsional : S2 / Lektor
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Fakultas / Jurusan : Teknik / Mesin
 - g. Bidang Ilmu : TEKNOLOGI
 - h. Alamat Kantor : Jl. MT Haryono 167, Malang
 - i. Telepon/Faks/E-mail : 0341-553286 / 0341-551430 / b^o darmadi_djarot@yahoo.co.id
 - j. Alamat Rumah : Perum Sukun Pondok Indah P - 18, MALANG
 - k. Telepon/Faks. : 08174123805 / -
- 2.2 Mata kuliah Yang Diampu dan Jumlah SKS:
- a. Mata Kuliah I : Polimer dan Komposit 2 SKS
 - b. Mata Kuliah II : Mekanika Kekuatan Material 2 SKS
 - c. Mata Kuliah III : Statika Struktur 2 SKS
 - d. Mata Kuliah IV : Matematika Teknik 2 SKS
- 2.3 Penelitian Terakhir:
- a. Judul Penelitian I : Pengaruh Suhu Pemanasan Mula Baja Karbon Rendah Terhadap Sifat
 - b. Judul Penelitian II : Pengaruh Fraksi Volume Serat Kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) Terhadap
 - c. Judul Penelitian III : Pengaruh Fraksi Volume Serat Penguat Terhadap Sifat Mekanik Pada
 - d. Judul Penelitian IV : -
3. Lokasi Penelitian : UNIBRAW & University of The Ryukyus
4. Ketua Tim Peneliti Mitra
- a. Nama Lengkap : Prof. Chobin Makabe, Dr.Eng.
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP : -
 - d. Gol. /Jab. Fungsional : - / -
 - e. Jabatan Struktural : Kepala Laboratorium
 - f. Fakultas/Jurusan : Engineering / Mechanical and System Engineering
 - g. Alamat : 1 Nishihara, Okinawa, 903-0213, Japan
 - h. Telepon/Faks/E-mail : 81-986958695 / - / makabe@tec.u-ryuku.ac.jp
 - i. Alamat rumah : -
 - j. Telepon/Faks : -
5. Pembiayaan
- Biaya diajukan ke Dikti : Rp. 55.000.000,-
 - Biaya dari instansi Lain : Rp. 0,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Imam Zaky, MT.
NIP. 130604494

Malang, 10 Desember 2008
Ketua Peneliti,

Ir. Djarot B. Darmadi, MT.
NIP. 132125714

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Brawijaya
Sekretaris

Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS.
NIP. 130809321

RINGKASAN

Komposit dengan bahan dasar alami atau dikenal dengan nama bio-komposit akhir-akhir ini mulai banyak dikembangkan selain disebabkan tinjauan ekologis yakni material bio-komposit lebih ramah lingkungan juga disebabkan harganya yang murah dan untuk beberapa bahan alami memiliki kekuatan yang tidak kalah dibandingkan dengan bahan sintetis. Pada penelitian ini komposit menggunakan bahan pengisi serat kenaf dan serbuk kayu dengan matrik poliester 157 BQTN-EX. Kenaf diharapkan yang berupa serat diharapkan memberikan unjuk kerja yang baik beban tarik dan kayu dalam bentuk serbuk diharapkan memberikan unjuk kerja yang baik ketika menerima beban tekan.

Komposisi serat kenaf dan serbuk kayu divariasikan dan dicampur bersama matrik polyester dan zat pengaktif kemudian dituang kedalam cetakan dengan cara diinjeksikan. Hasil cetakan berupa spesimen tarik, spesimen impak dan spesimen tekan kemudian diuji untuk mengetahui unjuk kerja dari komposit.

Hasil uji sifat mekanik komposit menunjukkan bahwa serat kenaf memiliki unjuk kerja yang lebih baik dibanding serbuk kayu. Berdasar hasil dari uji impak dapat disimpulkan bahwa perbandingan komposisi serat kenaf dengan serbuk kayu tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini disebabkan pada uji impak terdapat campuran bagian yang mengalami tarikan dimana serat kenaf akan menunjukkan kelebihan dan bagian yang mengalami tekanan dimana serbuk kayu menunjukkan kelebihan.

SUMMARY

Bio-composite is starting to be explored based on ecological aspects such as bio-composite is environmental friendly, the lower cost of the natural filler and for a certain natural filler has enough strength compared to synthetic filler. In this research project are used kenaf fibers and sawdust particulate as filler with 157 BQTN-EX polyester as matrix. Kenaf fiber is predicted showing good performance under strain load and sawdust particulate is predicted showing its superiority under stress load.

The composition of kenaf fibers and sawdust were varied and mixed together with polyester matrix. This mixed raw material was extruded to a certain shaped die providing specimen for tensile test, impact test and compression test. The test will show the characteristic of the composite.

Based on the tensile tests, it can be concluded that, compared to sawdust, kenaf fibers show its better performance. From the result of impact test, the percentage of kenaf fibers and sawdust for a certain amount of filler do not show any difference. This is because of in impact test there are the mixed of tensile area where the kenaf fibers will support the performance and compressive area where sawdust show its superiority.

CAPAIAN INDIKATOR KERJA

Penelitian ini memiliki dua tujuan utama. Pertama adalah mencontoh dan mengembangkan budaya dan metode penelitian dari Tim Peneliti Mitra, kedua adalah mengembangkan material baru dengan bahan baku yang relatif murah dan dapat diperoleh di dalam negeri yang memiliki sifat-sifat mekanik yang baik.

Terciptanya kerjasama penelitian merupakan target indikator dari tujuan pertama. Kerjasama lebih lanjut dengan peneliti mitra banyak dilakukan pada kegiatan penelitian tahun kedua yang diharapkan pada tahun kedua dapat dicapai hal-hal sebagai berikut:

- Hasil penelitian terpublikasi secara ilmiah dalam jurnal nasional, atau bila mungkin dalam jurnal internasional.
- Memenangkan kompetisi penelitian lagi setelah terjalannya kerjasama awal dengan pihak TPM.
- Menghasilkan penelitian yang bermutu.
- Untuk jangka panjang, terjadinya kerjasama berkelanjutan dengan TPM.

Dari tujuan kedua yang telah dicapai dari kegiatan penelitian tahun pertama adalah:

- Dapat dihasilkannya material komposit dengan pengisi bahan alami ini setelah ditemuinya banyak kesulitan yang telah dicoba untuk dipecahkan.
- Diperoleh gambaran umum bagaimana komposisi bahan komposit mempengaruhi unjuk kerja dari material komposit yang dihasilkan.

Berdasar pengalaman tahun pertama ini, dan dilakukan perbaikan dalam proses pembuatan komposit, diharapkan material yang dihasilkan pada kegiatan penelitian tahun kedua yang banyak dilakukan di tempat TPM nantinya dapat berjalan dengan baik.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan penelitian ini. Juga dengan izin-Nya, penelitian ini dapat terlaksana dengan baik karena adanya kesempatan dan bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak.

Pada kesempatan ini tidak lupa kami ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Lembaga Penelitian Universitas Brawijaya yang telah memberi kesempatan dan arahan kepada kami.
2. Rektor dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah mengizinkan kami untuk mengadakan penelitian yang dibiayai oleh Dibiayai Oleh Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat .
3. Semua pihak yang telah membantu kami sehingga laporan ini dapat terselesaikan.

Akhirnya kami berharap adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi pembaca dan terimakasih

Malang, Desember 2008

Tim Peneliti.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
CAPAIAN INDIKATOR KERJA	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	2
III. TINJAUAN PUSTAKA	3
IV. METODE PENELITIAN	13
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	25
VII. RENCANA PENELITIAN TAHUN KEDUA	26
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Fraksi volum absolut serat kenaf dan serbuk kayu.	14
Tabel 2. Data hasil uji tarik.	18
Tabel 3. Jadwal kegiatan tahun II.	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Mobil Ford model U dengan interior (kanan bawah) dari bahan komposit dengan penguat bahan alami	3
Gambar 2.	Tanaman kenaf	5
Gambar 3.	Serat batang kenaf	6
Gambar 4.	Serbuk kayu sebagai limbah.	7
gambar 5.	Struktur <i>cross-link Polymer</i>	10
Gambar 6.	Diagram alir penelitian tahun I.	13
Gambar 7.	Sketsa awal alat injeksi untuk pembuat komposit.	14
Gambar 8.	Spesimen Uji Tarik Standar ASTM-D638-III	15
Gambar 9.	Spesimen Uji Impak Standar Charpy Test ISO 442 (1965)	15
Gambar 10.	Spesimen Uji Tekan Standar ASTM D695 (10 x 10 x 4mm)	15
Gambar 11.	Mesin Uji Impak Jenis Charpy Impact Test	16
Gambar 12.	Mesin Uji Tarik dan Tekan	16
Gambar 13.	Spesimen Uji Tarik	16
Gambar 14.	Spesimen Uji Impak	16
Gambar 15.	Saluran Masuk Pada Silinder Penekan	17
Gambar 16.	Saluran Masuk dan Buang Udara Pada Cetakan	17
Gambar 17.	Hasil Cetakan Spesimen Yang Porositas	18
Gambar 18.	Hasil Pengeluaran Spesimen Dari Cetakan	18
Gambar 19a.	Pengaruh fraksi volume total terhadap kekuatan tarik untuk berbagai perbandingan komposisi serbuk kayu dengan serat kenaf.	20
Gambar 19b.	Pengaruh fraksi volume serbuk kayu untuk fraksi volume total tertentu terhadap kekuatan tarik komposit.	21
Gambar 20a.	Pengaruh fraksi volume total terhadap regangan total untuk berbagai perbandingan komposisi serbuk kayu dengan serat kenaf.	21
Gambar 20b.	Pengaruh fraksi volume serbuk kayu untuk fraksi volume total tertentu terhadap perpanjangan total komposit.	22
Gambar 21a.	Pengaruh fraksi volume total terhadap kekuatan impak untuk berbagai perbandingan komposisi serbuk kayu dengan serat kenaf.	23
Gambar 21b.	Pengaruh fraksi volume serbuk kayu untuk fraksi volume total tertentu terhadap perpanjangan total komposit.	24

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 DATA MENTAH HASIL PENGUJIAN TARIK
- LAMPIRAN 2 DATA HASIL PENGUJIAN **IMPAK**
- LAMPIRAN 3 FOTO KEGIATAN PENELITIAN



I, PENDAHULUAN

Komposit dengan bahan dasar alami atau dikenal dengan nama bio-komposit akhir-akhir ini mulai banyak dikembangkan selain disebabkan tinjauan ekologis yakni material bio-komposit lebih ramah lingkungan juga disebabkan harganya yang murah dan untuk beberapa bahan alami memiliki kekuatan yang tidak kalah dibandingkan dengan bahan sintetis. TPP sebelumnya sudah pernah mengembangkan komposit dengan bahan pengisi serat alam. Berdasarkan diskusi dengan pihak TPM melalui e-mail meskipun topik penelitian tersebut merupakan topik yang menarik tetapi masih terdapat beberapa kelemahan dari penelitian yang pernah dilakukan TPP, yakni metode pembuatan dan metode pengujian. Karena itu pada penelitian ini dilakukan perbaikan pada metode pembuatan yakni dengan metode injeksi dan pada metode pengujian yakni dengan menguji ketahanan komposit yang dihasilkan terhadap beban fatik. Pengujian fatik pada penelitian yang diusulkan ini dilakukan pada spesimen dengan memberikan beban tarik dan tekan yang sama besarnya dengan frekwensi tertentu. Kondisi pembebanan seperti itu dikenal sebagai uji fatik dengan *Stress Ratio* $R=1$. Perbaikan juga dilakukan pada pengisinya yakni selain menggunakan serat kenaf juga ditambahkan serbuk kayu. Komposit dengan pengisi lebih dari satu seperti ini dikenal sebagai komposit hybrid. Penambahan serbuk kayu ini antara lain didasari pertimbangan-pertimbangan:

- Serbuk secara geometris akan memiliki ketahan lebih baik dibanding serat ketika menerima beban tekan
- Serbuk kayu berdasar kajian pustaka dapat terikat dengan baik pada matrik poliester.
- Memanfaatkan serbuk kayu yang selama ini lebih banyak hanya sebagai limbah saja.

Penelitian ini selain mengembangkan material baru berbahan serat dan serbuk natural juga bertujuan untuk mengembangkan budaya meneliti yang baik di pihak TPP dengan mencontoh metode dan sistem penelitian yang telah dikembangkan pihak TPM. Beberapa hal baru yang telah diperoleh berdasarkan hasil diskusi selama ini adalah, perlunya tinjauan kekuatan material dari sisi ketahanan material terhadap perambatan retak. Jika kerjasama penelitian ini terjadi bukan tidak mungkin untuk mengembangkan pengujian beban dinamis seperti ketahanan terhadap retak fatik ini di laboratorium TPP. Juga karena bahan baku dari komposit yang dikembangkan ini memiliki harga yang relatif murah, bukan tidak mungkin jika penelitian ini terus dikembangkan akan menghasilkan bahan baru yang dapat dikomersiilkan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen nyata. Dengan memvariasikan komposisi pengisi diharapkan diperoleh komposisi optimum dari komposit yang dihasilkan yakni komposisi yang memberikan sifat mekanik maksimal. Sifat mekanik yang diuji yakni kekuatan tarik, kekuatan tekan, kekuatan impak dan ketahanan terhadap perambatan retak fatik.

Penelitian dilaksanakan di dua lokasi, ditempat TPP dan tempat TPM. Seluruh kegiatan penelitian di tahun pertama ini dilakukan di tempat TPP. Penelitian tahun kedua, persiapan bahan tetap dilakukan ditempat TPP dan pelaksanaan pengujian dilakukan ditempat TPM. Dengan melihat secara langsung di lokasi penelitian TPM diharapkan proses penyerapan kebudayaan meneliti dapat lebih optimum.

ii TUJUAN DAN MANBAAT PENELITIAN TAHUN I

Tujuan penelitian tahun pertama adalah:

- Melakukan studi pembuatan komposit dengan metode injeksi.
- Mendapatkan gambaran umum sifat mekanik komposit dengan melakukan uji tarik, impact dan tekan sebagai dasar prediksi sifat ketahanan material komposit terhadap beban fatik yang akan dilakukan pada tahun ke-II.
- Mendapatkan komposisi optimal berdasar data uji tarik, impact dan tekan.

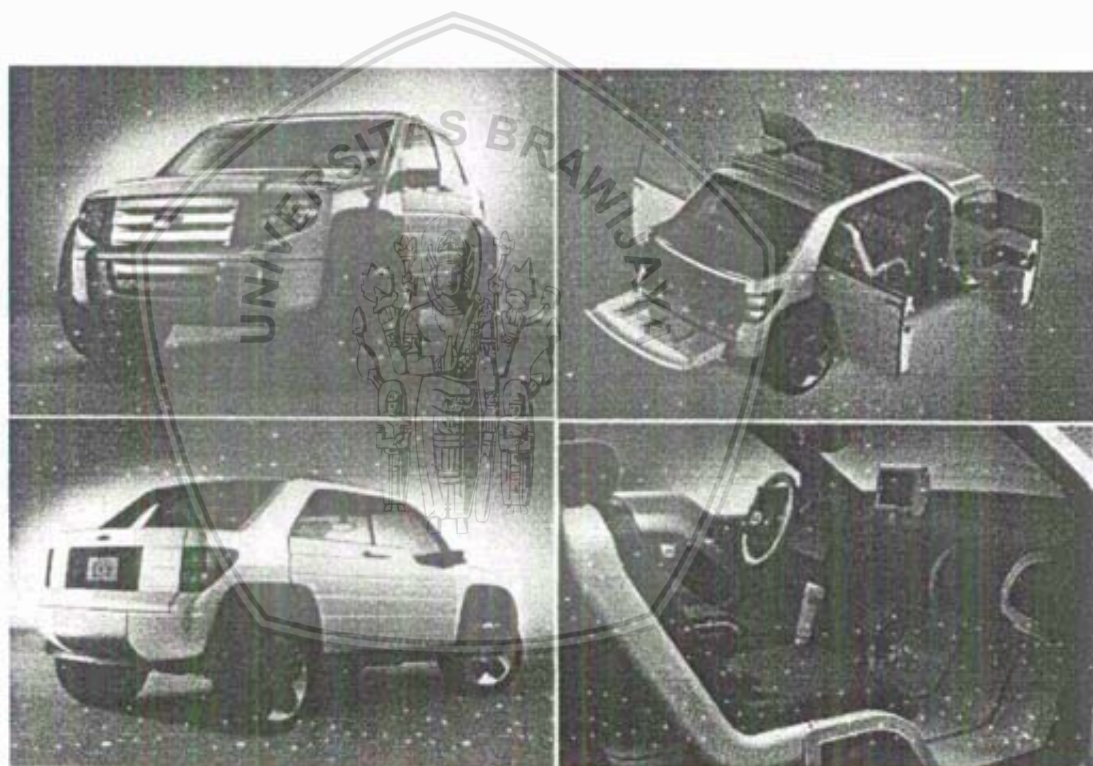
Manfaat yang diperoleh dari kegiatan penelitian tahun pertama adalah:

Mendapatkan pengalaman empiris pada proses injeksi mulai dari saat desain. Memperoleh pengalaman dalam menyelesaikan permasalahan yang timbul selama proses injeksi tersebut. Berdasar pengalaman itu, kegiatan penelitian tahun II yang akan banyak melibatkan TPM dan banyak dilakukan ditempat TPM akan dapat dilakukan dengan lebih baik.



III. TINJAUAN PUSTAKA

Secara umum material komposit merupakan penggabungan dua atau lebih material berbeda (pengisi atau elemen penguat dan pengikat) yang kemudian disusun secara kombinasi sistematis untuk memperoleh sifat tertentu (Schwartz, 1997). Komposit sendiri dapat didefinisikan sebagai kombinasi antara 2 material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya (——— 1994). Komponen komposit terdiri *an* pengikat (matriks) dan pengisi/penguat (*filler*). Jika terdapat lebih dari satu jenis penguat biasa disebut dengan komposit *hybrid*.



Gambar 1. Mobil Ford model U dengan interior (kanan bawah) dari bahan komposit dengan penguat bahan alami (Sumber: www.gulfcoastnews.com/RTFordModelU)

Komposit dengan bahan alami, atau dikenal sebagai bio-komposit, akhir-akhir ini mulai menjadi material favorit yang terus dikembangkan, hal ini terutama karena sifatnya yang ramah lingkungan (*environment friendly*) dan harganya yang murah. Pabrik mobil ford sedang mengembangkan mobil yang disebut dengan model U, yang

dikatakan sebagai model T untuk abad 21. Pada mobil model U ini material komposit dengan penguat bahan alami menempati sebagian besar porsi bagian interior dari mobil. Pada gambar 1 ditunjukkan gambar dari desain mobil model U tersebut.

Penguat bisa berupa serat (*fiber*) dan bisa berupa serbuk (*particulate*). Penguat berupa serat menunjukkan kelebihanannya jika komposit menerima beban tarik (Sanadi, 2006), sedangkan penguat berupa serbuk menunjukkan kelebihanannya jika komposit menerima beban tekan. Meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa penguat berupa serbuk untuk bahan komposit tertentu juga menunjukkan unjuk kerja yang cukup baik di bawah beban tarik.

Kenaf merupakan tanaman yang tumbuh subur di Indonesia. Tanaman kenaf memiliki kandungan serat yang tinggi. Namun untuk saat ini pemanfaatan serat kenaf di Indonesia terbatas hanya sebagai bahan dasar pembuatan karung, kertas, dan *pulp*. Serat kenaf tentunya akan mempunyai nilai lebih jika digunakan sebagai serat penguat dalam material komposit, apalagi jika keberadaannya mampu menggantikan serat non alami (serat sintetik) yang selama ini masih mengandalkan impor dari luar negeri.

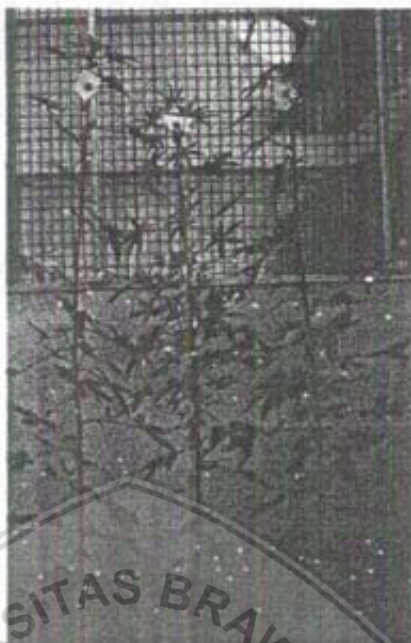
Serbuk kayu merupakan salah satu limbah industri berbahan baku kayu. Menurut data BPS tahun 2000, limbah kayu dari sektor gergajian dan kayu lapis di Indonesia mencapai angka 3,86 juta m³. Keutamaan sifat dari bahan alami seperti ramah lingkungan dan mudah didaur ulang tentu saja menjadi karakteristik serbuk kayu.

Serat Kenaf (*Kenaf Fibers*)

Selama berabad-abad serat alami telah dipakai sebagai bahan untuk membuat keranjang, tali temali, ataupun permadani. Serat alami (tumbuhan) yang digunakan dalam berbagai aplikasi kebanyakan diperoleh dari kayu. Beberapa penelitian pada penggunaan serat alami, menunjukkan bahwa terdapat beberapa serat alam yang pantas atau layak digunakan untuk berbagai aplikasi.

Perhatian ekologis menarik minat untuk menggunakan secara lebih luas serat alami sebagai pengganti serat sintesis karena secara umum material alami memiliki sifat ramah lingkungan dan mudah terbiodegradasi. Apalagi sifat yang dimiliki oleh serat alami seperti kemampuan daur ulang, tersedia dalam jumlah yang berlimpah, dapat diperbarui, dan harganya murah menjadikan serat alami semakin diminati. Kegunaan bahan dasar serat alami sebagai suatu penguat pada material komposit telah berkembang dengan cepat. Penggunaan komposit dengan serat alami sebagai material

baru semakin meluas karena dorongan faktor ekonomi yakni dengan melonjaknya harga serat sintetik yang tersedia dipasaran. Salah satu serat alami yang banyak digunakan adalah serat kenaf.



Gambar 2. Tanaman kenaf

Serat Kenaf di Indonesia secara botanis masuk dalam

Kingdom	:	Plantae
Divisio	:	Spermatophyta
Class	:	Monocotyledoneae
Ordo	:	Malvales
Family	:	Malvaceae
Genus	:	Hibiscus
Spesies	:	<i>Hibiscus cannabinus</i>

Pada awalnya serat kenaf digunakan sebagai bahan baku pembuatan karung dengan pertimbangan kekuatan serat yang memadai dan mudahnya tanaman ini ditanam pada lahan kritis yang selama ini tidak dimanfaatkan.

Menurut Supadi (1996) tanaman kenaf (gambar 2) dapat beradaptasi pada hampir semua jenis tanah (pasir, gambut, tanah lempung, tadah hujan) dan mempunyai keistimewaan tahan dalam keadaan tergenang air karena mempunyai mekanisme adaptasi secara morfologis dan anatomis. Tanaman kenaf yang diusahakan untuk produksi serat dapat dilakukan penebangan setelah berumur kurang

lebih 100-120 hari. Untuk memperoleh seratnya, tanaman yang telah ditebang segera direndam (*retting*) selama 10-15 hari tergantung macam varietas, umur tanaman dan kondisi air untuk perendaman (Sudjindro, 1997). Proses perendaman dilakukan dengan menggunakan air kotor yang berasal dari kali, sungai, dan seiokan agar proses penguraian berlangsung cepat. Rendaman yang telah masak artinya telah terbentuk serat, mudah lepas dari kayunya, segera dipisahkan dari kayu kemudian dicuci berulang kali sampai bersih dengan menggunakan kaporit dan dikeringkan beberapa hari. Selanjutnya dilakukan proses curing pada dapur pemanas dengan suhu 80 °C selama 6 jam bertujuan untuk menghilangkan sisa kadar air pada serat kenaf yang akan digunakan dalam penelitian.

Serat kenaf hasil perendaman dapat dibagi menjadi 2 macam yaitu :

- Serat panjang yang berasal dari batang tanaman.
- Serat pendek yang berasal dari serabut inti tanaman.

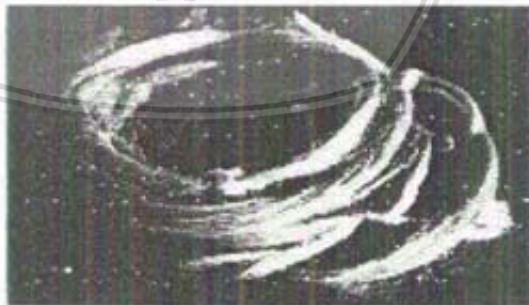
Pada gambar 3 ditunjukkan serat kenaf yang siap digunakan. Tanaman kenaf yang diambil seratnya untuk keperluan ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Sifat kuantitatif :
 - Tinggi tanaman : ± 3 meter
 - Diameter pangkal batang : 1,5-2,5 cm
2. Kualitas serat : baik (Sudjindro,1986)

Karakteristik serat kenaf :

Densitas : $1,1155 \text{ kg m}^{-3}$

Kekuatan tarik : $\pm 140 \text{ N mm}^{-2}$



Gambar 3. Serat batang kenaf

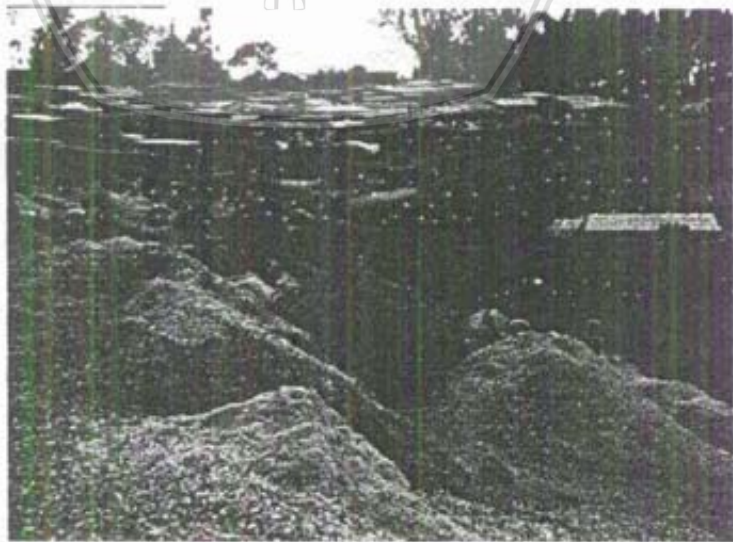
Serat kenaf memiliki kecocokan dengan matrik polyester. Darmadi (2005) meneliti penggunaan serat kenaf sebagai filler pada komposit dengan bahan matrik dari polyester BQTN-EX dengan berbagai komposisi. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa semakin banyak komposisi serat kenaf yang digunakan akan meningkatkan kekuatan tarik dari komposit. Bahkan untuk komposisi fillert di atas 20% komposit yang dihasilkan memiliki kekuatan tarik di atas ROM. Komposisi maksimal yang digunakan pada komposit yang menggunakan metode *hand lay up* tersebut hanya hingga 30% fraksi volume. Karena itu pada penelitian yang diusulkan ini, digunakan metode injeksi untuk mendapatkan komposit dengan fraksi volume dari filler yang lebih tinggi. Dengan komposisi filler yang lebih tinggi diharapkan didapatkan komposit yang lebih murah dan memiliki sifat mekanik yang cukup baik.

Serbuk Kayu

Menurut Strak dan Berger (2004), serbuk kayu memiliki kelebihan sebagai *filler* bila dibandingkan dengan *filler* mineral seperti mika, kalsium karbonat dan talk, yaitu: temperatur proses lebih rendah (kurang dari 400°F) dengan demikian mengurangi biaya energi, dapat terdegradasi secara alami, berat jenisnya jauh lebih rendah, sehingga biaya per volume lebih murah, gaya geseknya rendah sehingga tidak merusak peralatan pada proses pembuatan, serta berasal dari sumber yang dapat diperbaharui. Purwanto, dkk (1994) menyatakan komposisi limbah pada kegiatan pemanenan dan industri pengolahan kayu sebagai berikut:

1. Pada pemanenan kayu, limbah umumnya berbentuk kayu bulat, mencapai 66,16%.
2. Pada industri penggergajian limbah kayu meliputi serbuk gergaji 10,6%; sebetan 25,9% dan potongan 14,3%.



Gambar 4. Serbuk kayu sebagai limbah.

Limbah pada industri kayu lapis meliputi limbah potongan 5,6%; serbuk gergaji 0,7%; sampah vinir basah 24,8%; sampah vinir kering 12,6%; sisa kupasan 11% dan potongan tepi kayu lapis 6,3%. Total limbah kayu lapis ini sebesar 61% dari jumlah bahan baku yang digunakan.

Data Departemen Kehutanan dan Perkebunan tahun 1999/2000 menunjukkan bahwa produksi kayu lapis Indonesia mencapai 4,61 juta m³ sedangkan kayu gergajian mencapai 2,06 juta m³. Dari dua komponen ini saja limbah kayu yang dihasilkan mencapai 3,86 juta m³ (BPS,2000). Pada gambar 4 ditunjukkan serbuk kayu sebagai sisa sektor pertukangan kayu yang dibuang begitu saja sebagai limbah. Maka menurut peneliti, pemanfaatan limbah kayu yang salah satunya berupa serbuk kayu akan memberikan dampak ekonomis yang cukup signifikan.

Berdasarkan paparan yang telah diuraikan di atas, maka perlu untuk dilakukan penelitian mengenai komposit dengan bahan penguat dari serat kenaf dan serbuk kayu. Pada penelitian ini komposisi penguat yang terdiri atas serat kenaf dan serbuk kayu divariasikan sehingga dapat diketahui seberapa besar kekuatan mekanik untuk masing-masing komposisi penguat. Sifat mekanik yang diuji adalah kekuatan tarik dan kekuatan tekan yang mewakili beban statis dan kekuatan dampak serta ketahanan terhadap perambatan retak yang mewakili beban dinamis.

Matriks

Schwartz (1997) mengemukakan bahwa matriks dalam material komposit mempunyai peran sebagai berikut :

- Sebagai bahan pengikat bahan penguat/pengisi.
- Pendistribusi beban yang dikenakan pada material komposit kepada penguat.
- Memberi perlindungan kepada penguat terhadap keadaan lingkungan yang kurang baik.
- Melindungi pengisi dari kerusakan eksternal seperti pengausan secara mekanik.

Secara umum matriks terdiri dari 3 macam :

- Polymer
- Logam
- Keramik

Saat ini polimer digunakan secara luas (epoxy, polyester, dll), karena sifat polimer lebih ringan dan tidak korosif dibandingkan dengan metal (logam) serta harga

yang relatif murah jika dibanding dengan keramik. Polimer terdiri dari banyak monomer yang saling mengikat dalam ikatan kimia (kovalen) membentuk suatu solid. Polimer untuk *Engineering Material* ada dua golongan yaitu :

- Plastik
- Elastomer

Penggunaan plastik menawarkan beberapa keuntungan yaitu mengurangi bagian dari proses *mechanical engineering design* (misalnya : mengurangi beberapa proses finishing operation), memudahkan perakitan, mengurangi berat, dan sebagai peredam getaran. Shinroku (1984) mengemukakan, polimer terbuat dari ribuan unit molekul kecil yang disebut monomer. Proses penggabungan molekul-molekul tersebut dinamakan polimerisasi dan jumlah unit dalam molekul besar yang tersusun dinamakan derajat polimerisasi. Nama-nama dari polimer yang tersusun dari awalan poli dan diikuti nama monomernya, misalnya poliester tersusun dari poli dan ester.

Secara umum terdapat dua macam plastik :

a. Thermoset

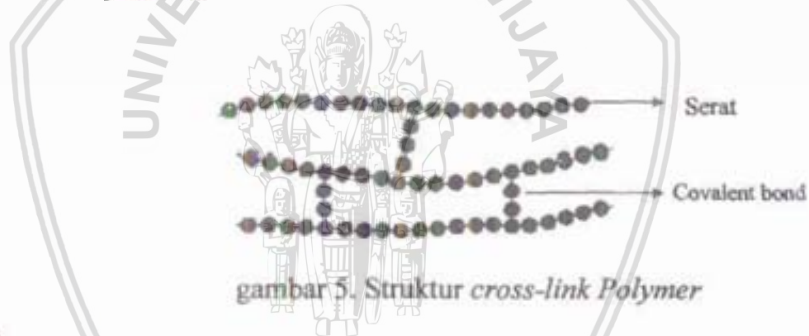
Thermoset adalah salah satu jenis plastik yang sering digunakan dalam pembuatan komposit dengan penguat serat. Matriks jenis ini memiliki rantai-rantai molekul yang saling berhubungan sehingga walaupun mengalami pemanasan dan penekanan, masing-masing rantai molekul tidak akan saling bergerak relatif. Matriks akan mencair dan kemudian mengeras bersamaan dengan terbentuknya suatu jaringan ikatan rantai monomer sehingga akan bersifat stabil. Beberapa kelebihan penggunaan thermoset sebagai matriks adalah :

- Mengikat serat dengan resin dengan mudah dan baik (Schwartz, 1997)
- Memiliki viskositas yang rendah
- Memiliki kelengketan yang baik dengan bahan penguat
- Kekakuan yang baik
- Stabilitas dimensi yang baik
- Ringan
- Tahan korosi
- *High thermal stability*

a1. Matriks Poliester

Menurut Shinroku (1984) poliester merupakan resin cair yang mudah dibentuk dan mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan. Poliester merupakan resin dengan viskositas rendah, sehingga memungkinkan bercampur dengan pengisi atau penguat dalam jumlah yang banyak. Berdasarkan karakteristik tersebut, bahan ini dikembangkan secara luas sebagai plastik dengan penguat serat (FRB) khususnya pada industri pesawat terbang, komponen otomotif, konstruksi bangunan, dan perkapalan. Poliester memiliki ketahanan dingin, kimia, kelembaban dan sinar U.V yang baik. Gambar 5 menunjukkan bahwa ikatan molekul pada matriks poliester yang terbentuk merupakan *cross-link polymer* sehingga sifatnya menjadi kaku (*rigid & stiff*).

Resin poliester ini dapat diproses dalam beberapa metode, namun pada umumnya di proses dengan metode *open handy lay-up* dan metode *spray-up* khususnya untuk volume material yang kecil. *Curing time* resin ini dapat terjadi pada temperatur ruang tanpa atau dipengaruhi tekanan (Shinroku, 1984). Pada penelitian ini digunakan matriks poliester 157 BQTN-EX.



gambar 5. Struktur *cross-link Polymer*

a2. Epoxy

Resin ini banyak digunakan untuk aplikasi rekayasa karena memiliki sifat-sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan resin lainnya, antara lain kekuatan tarik serta kekuatan tekan yang tinggi, tahan terhadap bahan kimia, sedikit volatiles (Gas-gas pengotor), stabilitas dimensi yang baik, ketahanan termal yang tinggi, dan mudah dibentuk tanpa dipanaskan terlebih dahulu.

a3. Phenolic

Phenolic adalah jenis thermoset pertama yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Memiliki sifat kestabilan dimensi yang baik, rambatan patahan yang lambat, ketahanan kimia yang baik, dan emisi racun yang rendah pada saat terbakar.

Material ini banyak digunakan sebagai *telephone relay system*. Pada otomotif digunakan sebagai *component brake, knobs, dan panel appliance*.

b. Thermoplastik

Thermoplastik digunakan secara luas sebagai bahan dasar penguat pada plastik. Resin ini mempunyai ikatan linear antara monomer-monomer penyusunnya, sehingga kestabilan struktur kimianya akan relatif rendah. Reaksi kimia pada thermoplastik resin yang bersifat reversibel memungkinkan suatu komponen untuk dibentuk kembali. Dalam penggunaannya pada material komposit, resin ini umumnya digunakan bersama serat yang berbentuk mat. Sifat-sifat thermoplastik adalah densitas antara 1,06 sampai 1,42 kg/cm³. Selain itu thermoplastik mempunyai sifat isolator yang baik, mempunyai ketahanan sampai temperatur 260°C, mudah dibentuk dan memiliki ketahanan terhadap korosi yang sangat baik.

b1. Nylon

Nylon mempunyai ketahanan terhadap reaksi kimia dan melting pointnya 260°C. Merupakan plastik berstruktur kristalin, tangguh dan memiliki sifat listrik yang baik tetapi memiliki kestabilan dimensi yang rendah dibandingkan dengan jenis resin yang lain. Aplikasi nylon banyak sekali digunakan dalam industri seperti; *unlubricated gears, bearings, wiper gear* (untuk otomotif), *engine fan blades, brake, dan power-steering fluid reservoir*.

b2. Polyestylene

Resin jenis ini mudah dalam pengerjaannya, murah biayanya, sedikit menyerap air tetapi strukturnya rapuh serta memiliki tahanan panas dan kimia yang rendah.

b3. Acetals

Acetals mempunyai kekakuan yang baik, ketahanan leleh yang memuaskan, mempunyai stabilitas dimensional yang baik, koefisien gesek yang kecil, dan ketahanan temperatur hingga 90°C. Material ini digunakan sebagai bahan komponen yang memerlukan ketelitian (*precision*).

b4. Polysulfones

Polysulfones mempunyai penampakan yang transparan. Material ini mempunyai ketangguhan dan ketahanan panas yang baik. Mempunyai ketahanan kekakuan yang baik sampai temperatur 174°C. Penggunaan dari material ini adalah

sebagai komponen elektronik seperti connector, komponen TV, peralatan kedokteran, dan bahan pipa tahan karat.

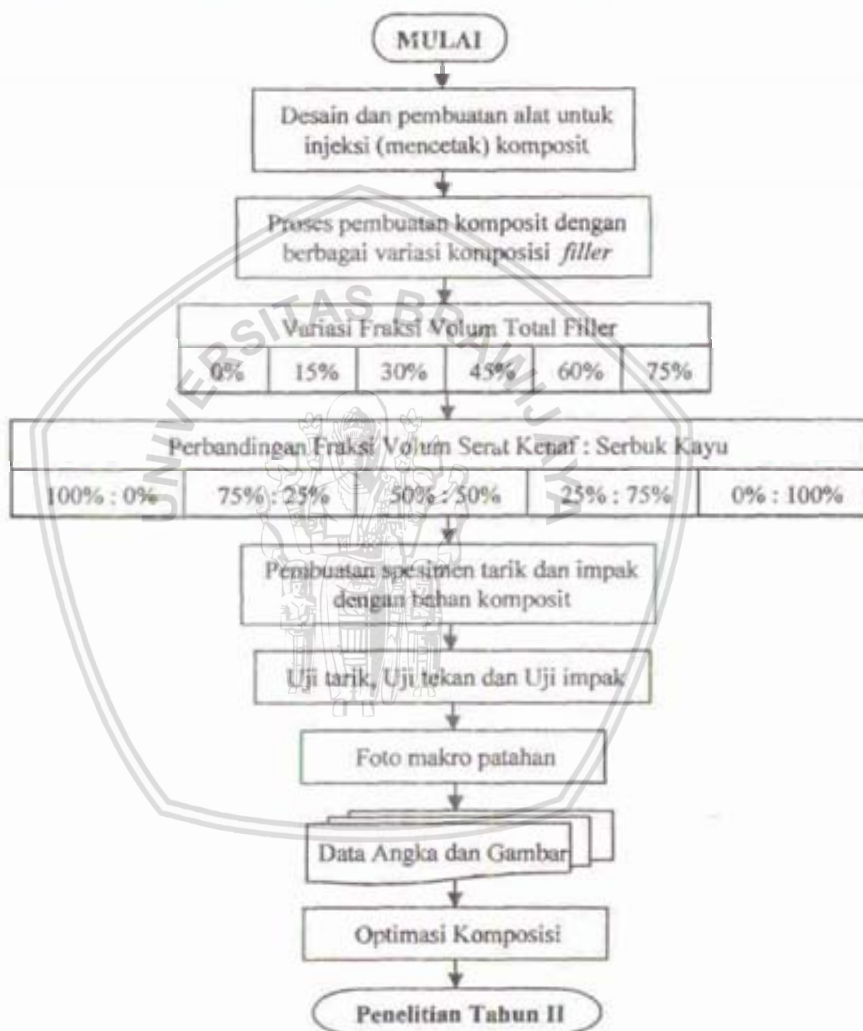
Hypotesa

Berdasarkan kajian pustaka dan beberapa penelitian sebelumnya yang telah dibicarakan pada paragraph-paragraph sebelumnya, maka diharapkan dengan metode injeksi dapat dihasilkan komposit dengan komposisi yang lebih tinggi dari 30%. Diharapkan filler serat seperti telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Darmadi, 2005) akan menunjukkan performance yang baik saat menerima beban tarik sedangkan serbuk kayu akan menunjukkan performance yang baik saat menerima beban tekan.



IV. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental murni. Secara lengkap langkah-langkah penelitian digambarkan secara skematis pada gambar 7. Pada tahun ini pertama diharapkan diperoleh komposit dengan komposisi optimal, yakni yang memberikan sifat mekanik yang paling maksimal. Sifat mekanik yang diuji pada penelitian tahun pertama ini hanyalah sifat mekanik “konvensional”, yakni kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekuatan impact.



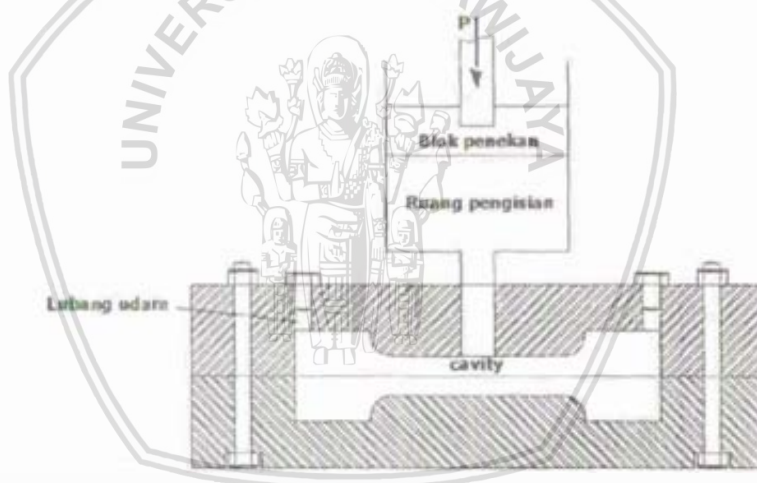
Gambar 6. Diagram alir penelitian tahun I.

Kegiatan yang dilakukan pada tahun pertama ini adalah:

Pertama dilakukan pembuatan alat injeksi untuk membuat komposit, khususnya untuk membuat spesimen tarik, spesimen tekan dan spesimen impact. Desain alat dibuat

setelah dilakukan diskusi dengan pihak TPM. Sketsa desain awal dapat dilihat pada gambar 8. Pada dasarnya alat tersebut terdiri atas dua bagian, yakni bagian pengisi yang dilengkapi dengan mekanisme penekan dan bagian bawah yakni cetakan komposit.

Langkah kedua, bahan baku untuk komposit dengan fraksi volume yang divariasikan setelah diaduk dan ditambahkan zat katalis dimasukkan pada ruang pengisian. Fraksi volum total pengisi 0%, yakni bahan hanya terbuat dari matrik saja dibuat sebagai perbandingan perbaikan yang dihasilkan dengan penambahan pengisi. Rancangan percobaan secara lengkap dapat dilihat pada tabel 1. Dengan ditekan secara manual, maka bahan komposit akan memasuki cetakan. Udara yang ada terdorong keluar melalui lubang udara. Setelah semua udara keluar, lubang udara ditutup. Tekanan yang terukur diberikan dengan memberikan gaya P pada blok penekan. Bahan matrik setelah ditambahkan katalis akan mengering sendiri sejalan dengan bertambahnya waktu. Dengan cara seperti dipaparkan maka dibuat spesimen untuk uji tarik, uji tekan dan uji impak.



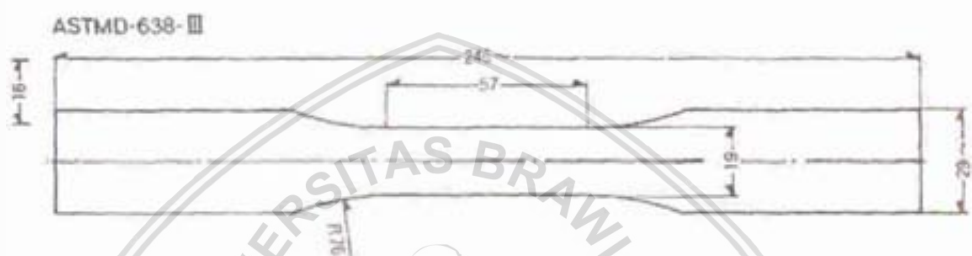
Gambar 7. Sketsa awal alat injeksi untuk pembuat komposit.

Tabel 1. Fraksi volum absolut serat kenaf dan serbuk kayu.

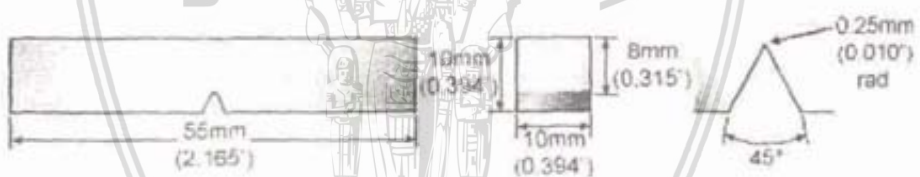
		Fraksi volum total pengisi					
		0%	15%	30%	45%	60%	75%
Fraksi Volum Serat Kenaf : serbuk Kayu	100% : 0%	0% : 0%	15% : 0%	30% : 0%	45% : 0%	60% : 0%	75% : 0%
	75% : 25%	0% : 0%	11,25% : 3,75%	22,5% : 7,50%	33,75% : 11,25%	45% : 15%	56,25% : 18,75%
	50% : 50%	0% : 0%	7,5% : 7,5%	15% : 15%	22,5% : 22,5%	30% : 30%	37,5% : 37,5%
	25% : 75%	0% : 0%	3,75% : 11,25%	7,5% : 22,5%	11,25% : 33,75%	15% : 45%	18,75% : 56,25%
	0% : 100%	0% : 0%	0% : 15%	0% : 30%	0% : 45%	0% : 60%	0% : 75%

Langkah ketiga adalah langkah pengujian, yakni proses uji tarik, uji tekan dan uji impact. Foto makro pada patahan dengan menggunakan SEM dilakukan untuk mempertajam analisa atas hasil uji tarik, uji tekan dan uji impact. Berdasarkan data uji yang berupa data angka, yakni kekuatan tarik, kekuatan tekan dan ketangguhan (kekuatan impact) dan data gambar yakni foto makro patahan ditentukan kondisi optimal fraksi volum bahan komposit. Untuk meyakinkan dibuat spesimen dengan fraksi volum optimal dan dilakukan uji tarik, uji tekan dan uji impact untuk spesimen dengan fraksi volum optimal.

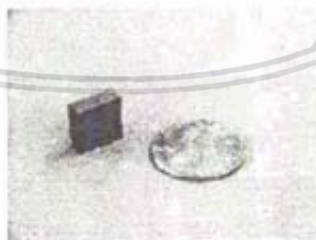
Spesimen uji digunakan specimen uji sesuai standar yang ada untuk specimen jenis material plastic seperti pada gambar berikut.



Gambar 8. Spesimen Uji Tarik Standar ASTMD-638-III

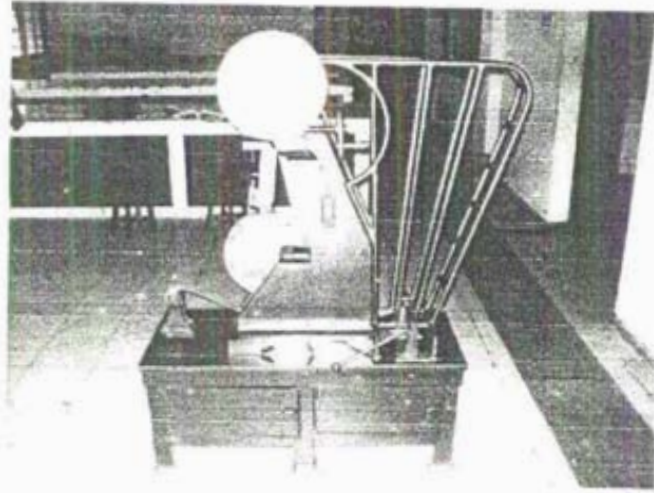


Gambar 9. Spesimen Uji Impact Standar Charpy Test ISO 42 (1965)

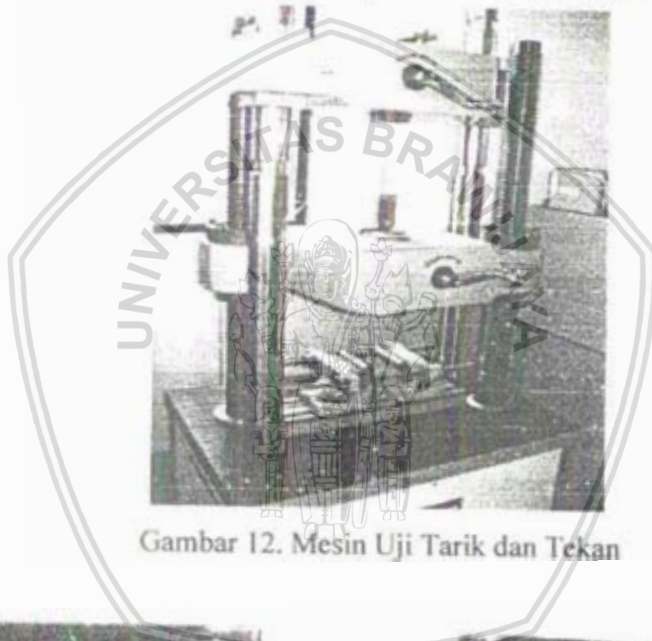


Gambar 10. Spesimen Uji Tekan Standar ASTM D695 (10 x 10 x 4mm)

Sedangkan alat uji yang digunakan adalah alat uji yang ada di laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, yaitu mesin uji tarik dan tekan, serta mesin uji impact.



Gambar 11. Mesin Uji Impak Jenis Charpy Impact Test



Gambar 12. Mesin Uji Tarik dan Tekan



Gambar 13. Spesimen Uji Tarik



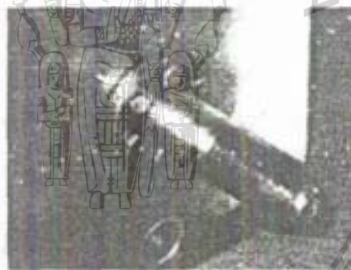
Gambar t4. Spesimen Uji Impak

1000315

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasar spesimen yang berhasil dibuat dan dilakukan uji tarik dan uji impak pada spesimen-spesimen tersebut diperoleh hasil seperti ditampilkan pada grafik pada gambar 9 untuk spesimen tarik dan grafik pada gambar 11 untuk spesimen impak.

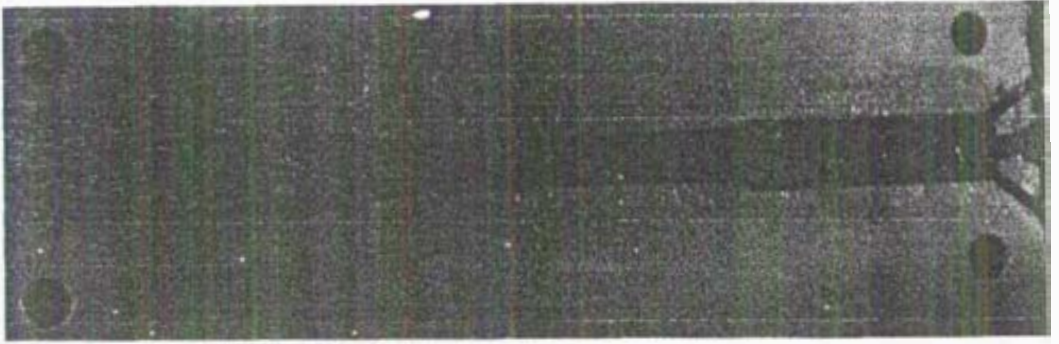
Beberapa spesimen tidak dapat diuji karena mengalami kendala pada saat proses produksi. Kendala yang terjadi pada proses produksi adalah proses pencetakan yang dipengaruhi oleh dimensi saluran masuk dan saluran buang udara, tetapi hal ini dapat diatasi dengan memperkecil sudut tirus saluran masuk dan memperbesar saluran buang udara seperti pada gambar 15 dan 16. Kendala yang lain adalah pada fraksi volume total diatas 30% dengan filler serat kenaf dan serbuk kayu, menghasilkan spesimen yang kurang sempurna. Tidak sempurnanya spesimen tersebut karena selalu terdapat porositas pada spesimen. Fraksi volume total diatas 30% dengan filler, mengakibatkan proses pencampuran bahan matriks dan filler tidak dapat tercampur merata (campuran terlalu kental) sehingga proses pencetakan timbul rongga-rongga udara dalam spesimen (Gambar 17). Akibat yang terjadi karena terbentuknya porositas pada spesimen dalam cetakan maka, proses pengeluaran spesimen dari cetakan menyebabkan spesimen mudah patah atau rapuh (Gambar 18).



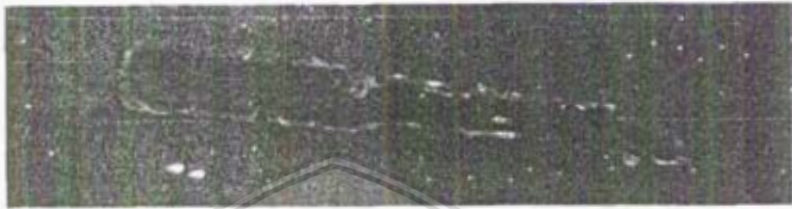
Gambar 15. Saluran Masuk Pada Silinder Penekan



Gambar 16. Saluran Masuk dan Buang Udara Pada Cetakan



Gambar 17. Hasil Cetakan Spesimen Yang Porositas



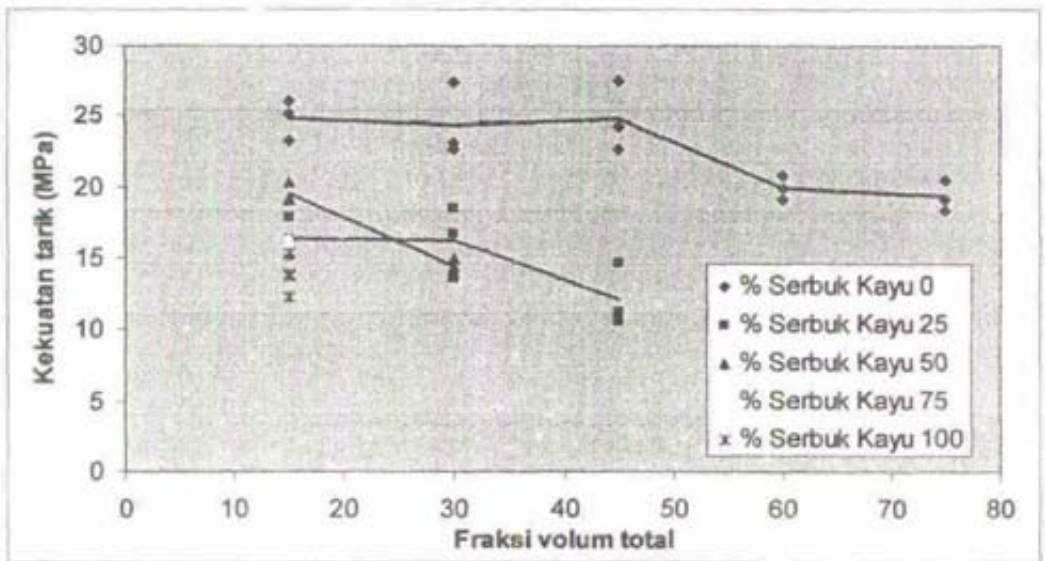
Gambar 18. Hasil Pengeluaran Spesimen Dari Cetakan

Data mentah uji tarik dapat dilihat pada lampiran t yang diolah menjadi data angka secara lengkap ditampilkan pada tabel 2. Jika disajikan dalam bentuk grafik maka seperti terlihat pada gambar 19 dan gambar 20.

Tabel 2. Data hasil uji tarik.

No.	Spesimen		Area (mm ²)	Max. Force (N)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	0 % Filler	01	52	2650.90	50.98	18.04
		02	52	2303.00	44.29	10.11
		03	52	1783.60	34.30	13.05
		Rata-rata	52	2245.83	43.19	13.73
2	15% Filler (0%kayu+100%kenaf)	01	52	1308.30	25.16	11.79
		02	52	1205.40	23.18	8.56
		03	52	1357.30	26.10	14.53
		Rata-rata	52	1290.33	24.81	11.63
3	15% Filler (25%kayu+75%kenaf)	01	52	842.80	16.21	8.00
		02	52	926.10	17.81	8.56
		03	52	784.16	15.08	9.54
		Rata-rata	52	851.02	16.37	8.70
4	15% Filler (50%kayu+50%kenaf)	01	52	1058.20	20.35	8.21
		02	52	994.70	19.13	6.67
		03	52	989.80	19.03	8.14
		Rata-rata	52	1014.23	19.50	7.67

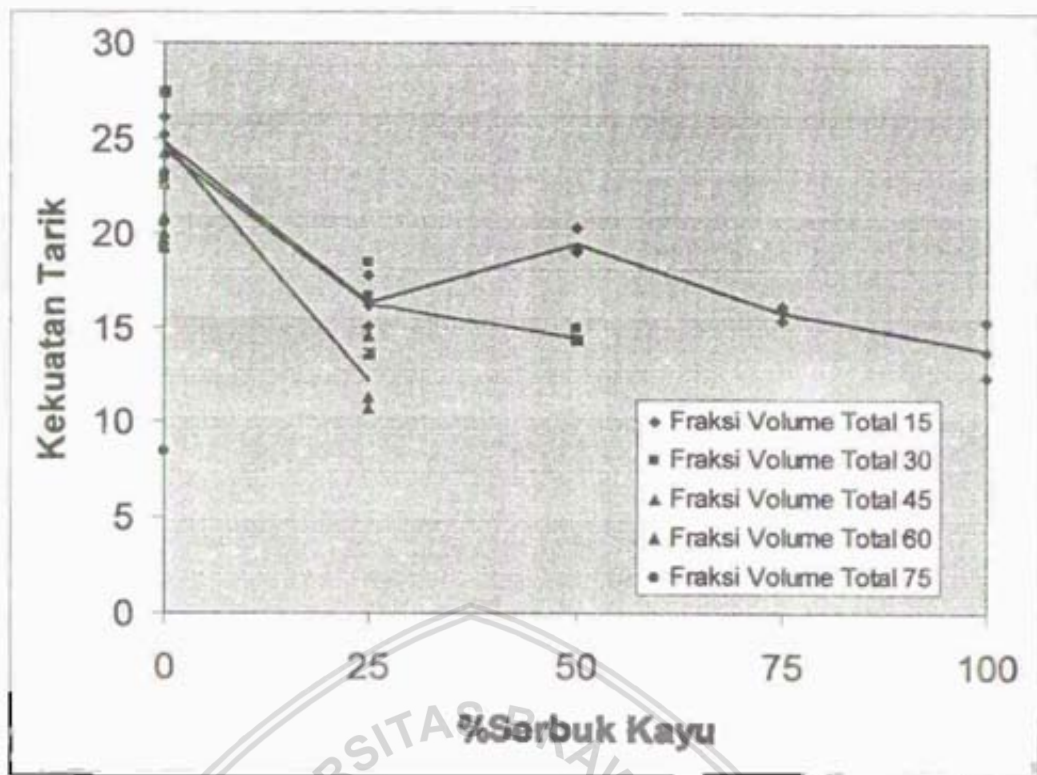
5	15% Filler (75%kayu+25%kenaf)	01	52	842.80	16.21	7.86
		02	52	803.60	15.45	10.88
		03	52	828.10	15.93	5.61
	Rata-rata		52	824.83	15.86	8.12
6	15% Filler (100%kayu+0%kenaf)	01	52	798.70	15.36	9.54
		02	52	641.90	12.34	4.98
		03	52	715.40	13.76	6.46
	Rata-rata		52	718.67	13.82	6.99
7	30% Filler (0%kayu+100%kenaf)	01	52	1200.50	23.09	9.82
		02	52	1425.84	27.42	3.65
		03	52	1180.90	22.71	11.44
	Rata-rata		52	1269.08	24.41	8.30
8	30% Filler (25%kayu+75%kenaf)	01	52	867.30	16.68	7.44
		02	52	710.50	13.66	4.84
		03	52	930.40	18.47	8.00
	Rata-rata		52	836.07	16.27	6.76
9	30% Filler (50%kayu+50%kenaf)	01	52	779.10	14.98	7.23
		02	52	749.70	14.42	6.11
		03	52	730.10	14.04	4.42
	Rata-rata		52	752.97	14.48	5.92
10	45% Filler (0%kayu+100%kenaf)	01	52	1430.80	27.52	3.65
		02	52	1259.30	24.22	12.56
		03	52	1176.24	22.62	11.44
	Rata-rata		52	1288.78	24.79	9.22
11	45% Filler (25%kayu+75%kenaf)	01	52	759.50	14.61	6.11
		02	52	553.70	10.65	2.53
		03	52	588.00	11.31	3.09
	Rata-rata		52	633.73	12.19	3.91
12	60% Filler (0%kayu+100%kenaf)	01	52	1082.90	20.83	10.18
		02	52	1038.80	19.98	8.00
		03	52	999.60	19.22	9.40
	Rata-rata		52	1040.43	20.01	9.19
13	75% Filler (0%kayu+100%kenaf)	01	52	955.50	18.38	8.00
		02	52	999.60	19.22	7.37
		03	52	1068.20	20.54	8.21
	Rata-rata		52	1007.77	19.38	7.86



Gambar 19a. Pengaruh fraksi volume total terhadap kekuatan tarik untuk berbagai perbandingan komposisi serbuk kayu dengan serat kenaf.

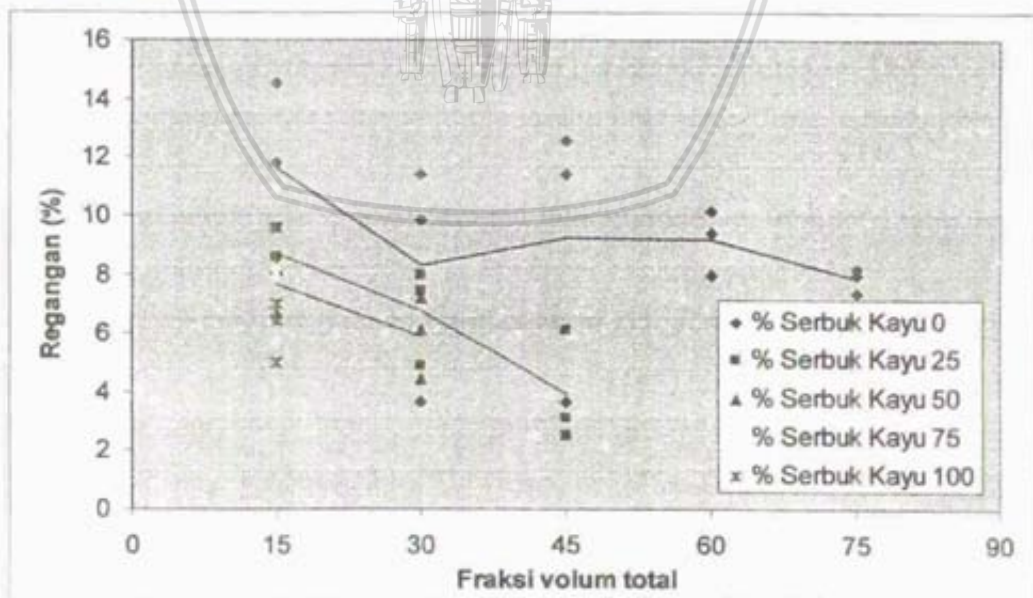
Hal yang jelas terlihat dari grafik pada gambar 19a adalah deviasi data yang terlihat sangat lebar yang merupakan karakteristik dari komposit dengan serat alami. Dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya fraksi volume total maka kekuatan tarik akan menurun. Bahkan terjadi penurunan kekuatan tarik yang mencolok jika dibandingkan dengan kekuatan matrik tanpa pengisi yakni memiliki harga kekuatan tarik 43,19 MPa. Hal ini menunjukkan tidak terjadi ikatan yang baik antara serbuk kayu dan serat kenaf *discontinue* dengan matrik poliester.

Jika data hasil uji tarik tersebut disajikan secara sedikit agak berbeda maka seperti terlihat pada grafik gambar 19b. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak bagian dari serbuk kayu pada komposisi total tertentu, atau dengan semakin sedikit jumlah serat kenaf maka kekuatan tarik dari komposit akan menurun. Hal ini bersesuaian dengan hipotesa semula yakni serat menunjukkan kelebihan sifatnya saat menerima beban tarik.



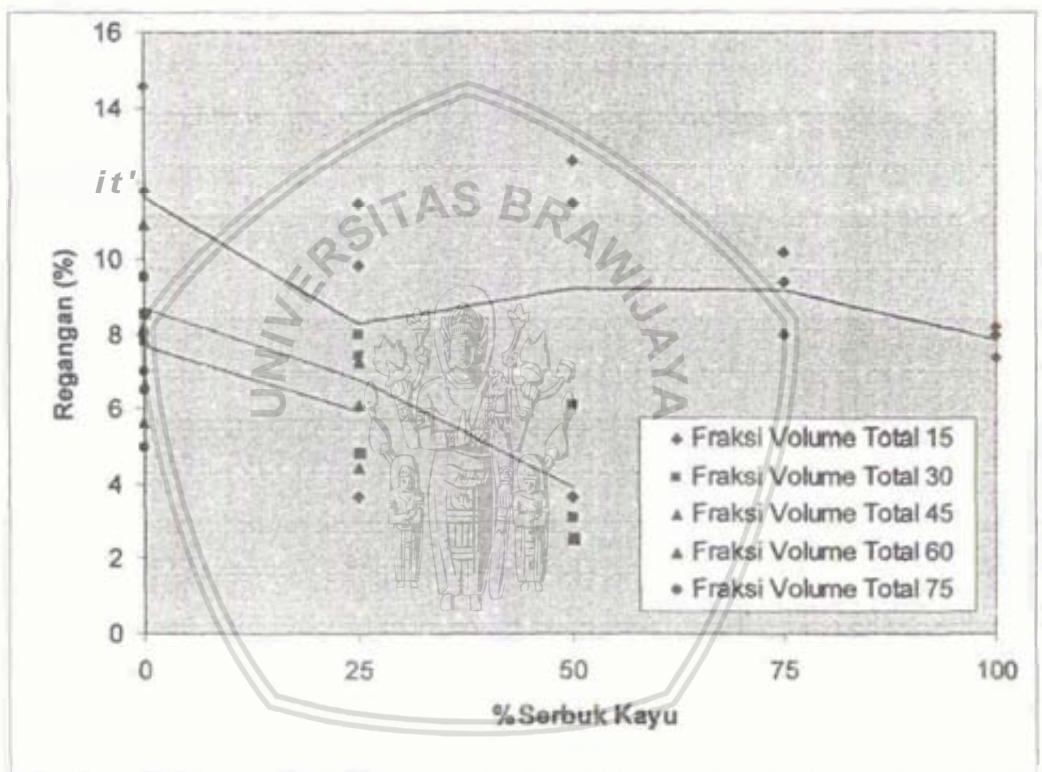
Gambar 19b. Pengaruh fraksi volume serbuk kayu untuk fraksi volume total tertentu terhadap kekuatan tarik komposit.

Masih dari data uji tarik, pada gambar 20 disajikan data regangan total dari komposit yang menerima beban tarik hingga patah.



Gambar 20a. Pengaruh fraksi volume total terhadap regangan total untuk berbagai perbandingan komposisi serbuk kayu dengan serat kenaf.

Seperti halnya data untuk kekuatan tarik, data untuk perpanjangan total juga menunjukkan trend yang hampir sama. Hal yang jelas terlihat dari grafik pada gambar 20a adalah deviasi data yang terlihat sangat lebar yang merupakan karakteristik dari komposit dengan serat alami. Dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya fraksi volume total maka perpanjangan total akan menurun, meskipun penurunan perpanjangan total tidaklah begitu mencolok jika dibandingkan dengan perpanjangan matrik tanpa pengisi yakni memiliki harga perpanjangan total 13,73%. Hal ini menunjukkan selain tidak terjadi ikatan yang baik antara serbuk kayu dan serat kenaf *discontinue* dengan matrik poliester, juga sifat dasar bahan matriknya yang cukup getas.

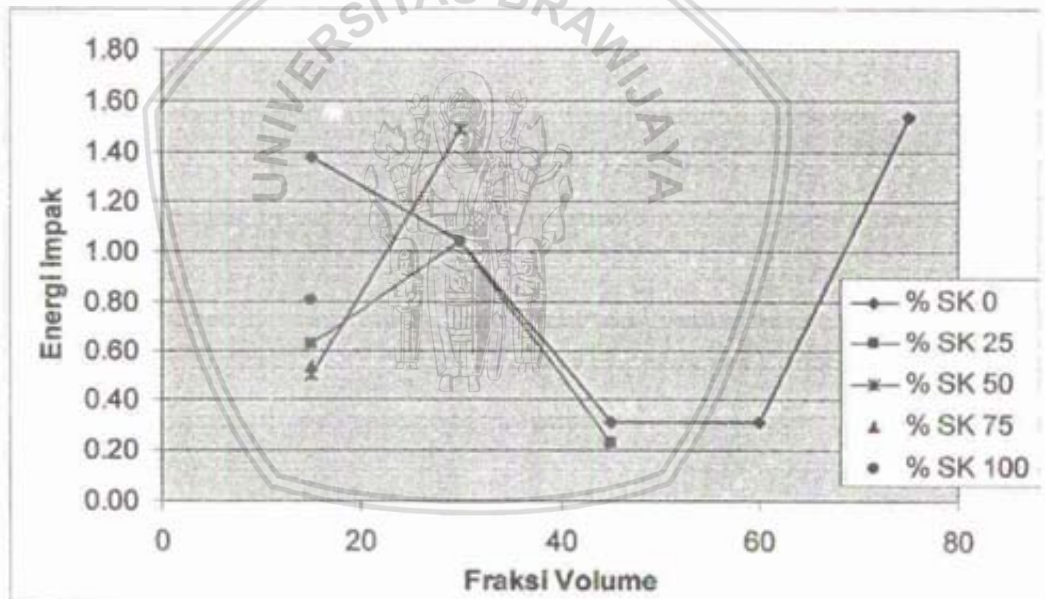


Gambar 20b. Pengaruh fraksi volume serbuk kayu untuk fraksi volume total tertentu terhadap perpanjangan total komposit.

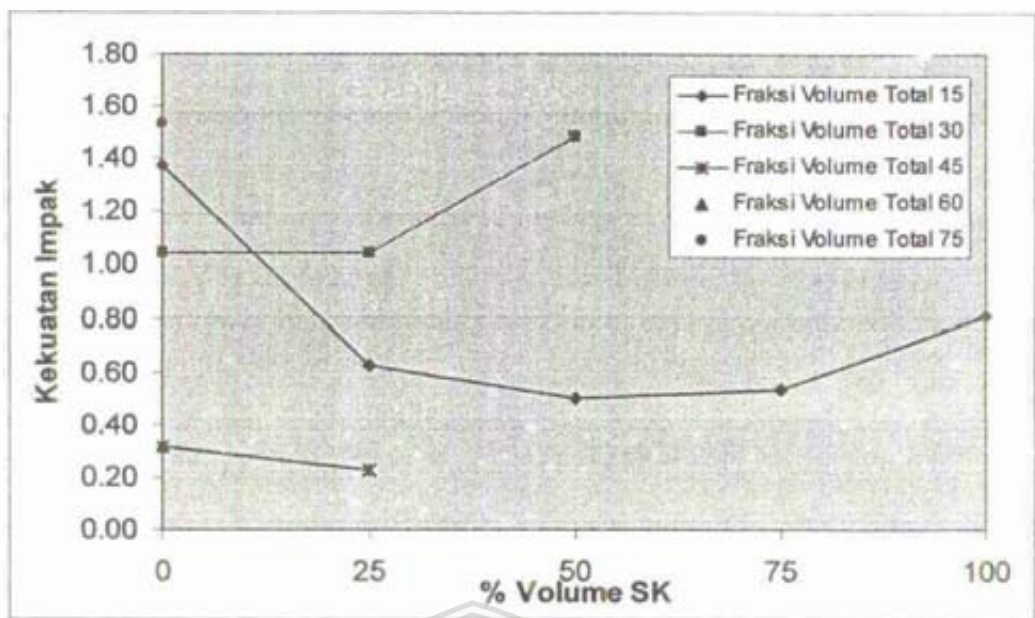
Jika data hasil uji tarik untuk peregang total tersebut disajikan secara sedikit agak berbeda maka seperti terlihat pada grafik gambar 20b. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak bagian dari serbuk kayu pada komposisi total tertentu, atau dengan semakin sedikit jumlah serat kenaf maka regangan total dari komposit akan menurun. Hal ini sekali lagi bersesuaian dengan hipotesa semula yakni

serat menunjukkan kelebihan sifatnya saat menerima beban tarik dibanding dengan serbuk.

Data uji impact secara lengkap ditampilkan pada lampiran 2. Jika lampiran 2 tersebut disajikan dalam bentuk grafik maka seperti terlihat pada grafik gambar 21a dan 21b. Pada masing-masing grafik hanya ditampilkan data rata-ratanya saja, karena deviasinya yang terlalu besar. Dari kedua grafik, tidak diperoleh trend yang jelas dari komposisi komposit terhadap sifat kekuatan impactnya; atau dapat dikatakan kekuatan impact tidak dipengaruhi oleh komposisi komposit. Hal ini merupakan hal yang menarik, kekuatan tarik maupun total regangan yang turun dengan semakin banyaknya komposisi serbuk kayu bukan berarti kekuatan impact yang menurun. Hal ini disebabkan pada kekuatan impact tidak hanya kekuatan tarik yang diperlukan tetapi merupakan kombinasi keduanya yakni kekuatan tarik untuk permukaan yang mengalami tarikan dan kekuatan tekan untuk permukaan yang mengalami tekanan.



Gambar 21a. Pengaruh fraksi volume total terhadap kekuatan impact untuk berbagai perbandingan komposisi serbuk kayu dengan serat kenaf.



Gambar 21b. Pengaruh fraksi volume serbuk kayu untuk fraksi volume total tertentu terhadap perpanjangan total komposit.



VI. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasar data-data hasil penelitian tahun pertama ini diperoleh karakteristik dari komposit yang dihasilkan. Secara umum karakteristik komposit yang dihasilkan adalah:

- Filler serat kenaf menunjukkan unjuk kerja yang lebih baik dibandingkan filler serbuk kayu.
- Meskipun kekuatan tarik dan perpanjangan total menunjukkan nilai yang lebih besar untuk filler serat kenaf tetapi data uji impak tidak menunjukkan hasil yang sama. Dapat dikatakan perbandingan filler serat kenaf : serbuk kayu tidak begitu mempengaruhi kekuatan impaknya.
- Jumlah fraksi volume total filler menyebabkan kekuatan tarik maupun perpanjangan totalnya menurun.
- Jumlah fraksi volume total tidak mempengaruhi kekuatan impak dari komposit.

SARAN

Berdasar pengalaman pembuatan spesimen pada kegiatan penelitian tahun pertama, perlu dilakukan perbaikan pada proses injeksi spesimen agar diperoleh spesimen yang baik untuk pelaksanaan penelitian ditempat TPM. Alternatif yang sedang dipikirkan adalah proses pencampuran (mixing) dalam 1 unit dengan proses penekanan dengan sistem penekan ulir.

VII. RENCANA PENELITIAN TAHUN II

Secara lengkap rencana penelitian tahun II dapat dilihat pada proposal penelitian tahun II yang dikumpulkan bersama laporan penelitian tahun I ini. Secara ringkas dapat disampaikan sebagai berikut:

A) TUJUAN KHUSUS:

Tujuan khusus yang ingin dicapai dari kegiatan penelitian tahun kedua adalah:

- Diperoleh pemahaman tinjauan kekuatan material berdasar ketahanan terhadap beban fatik khususnya material komposit.
- Terciptanya kerjasama yang semakin erat dengan peneliti mitra.
- Hasil penelitian terpublikasi secara ilmiah dalam jurnal nasional, atau bila mungkin dalam jurnal internasional dengan bantuan TPM.

B) METODE:

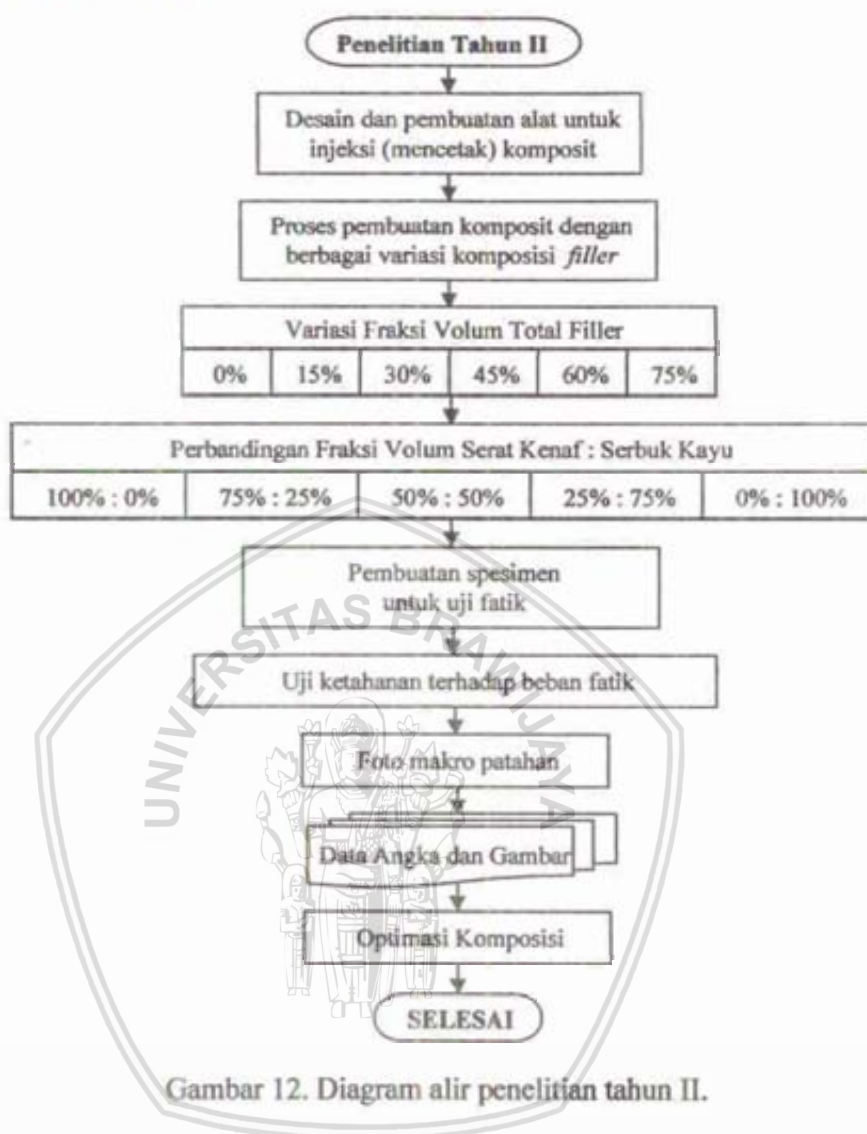
Untuk mendapat pemahaman yang baik terhadap ketahanan material komposit terhadap beban fatik maka dilakukan uji fatik dengan mempersiapkan spesimen di tempat TPP sebelum dibawa ke tempat TPM. Secara singkat metode pelaksanaan penelitian untuk mendapatkan sifat ketahanan material terhadap beban fatik digambarkan pada diagram alir rencana penelitian tahun II pada gambar 12.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental murni. Pada tahun kedua diharapkan diperoleh komposit dengan komposisi optimal, yakni yang memberikan umur fatik yang paling maksimal.

Kegiatan yang dilakukan adalah: pertama dilakukan modifikasi terhadap alat injeksi untuk membuat komposit, khususnya untuk membuat spesimen uji fatik berdasar pengalaman dan kesulitan yang ditemui selama kegiatan penelitian tahun I.

Langkah kedua, bahan baku untuk komposit dengan fraksi volume yang divariasikan setelah diaduk dan ditambahkan zat katalis dimasukkan pada ruang pengisian. Dengan ditekan secara manual, maka bahan komposit akan memasuki cetakan. Udara yang ada terdorong keluar melalui lubang udara. Setelah semua udara keluar, lubang udara ditutup. Tekanan yang terukur diberikan dengan memberikan gaya P pada blok penekan. Bahan matrik setelah ditambahkan katalis akan mengering

sendiri sejalan dengan bertambahnya waktu. Dengan cara seperti dipaparkan maka dibuat spesimen uji fatik.



Gambar 12. Diagram alir penelitian tahun II.

Langkah ketiga adalah langkah pengujian, yakni proses uji fatik. Proses uji fatik dilaksanakan ditempat TPM yang telah memiliki alat yang baik untuk pelaksanaan uji fatik ini.

Selain untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, dengan melaksanakan kegiatan penelitian ditempat TPM kerjasama yang telah ada selama ini diharapkan dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi. Kegiatan penelitian bersama diharapkan tidak berhenti hanya setelah kegiatan penelitian ini selesai. Dengan demikian kebudayaan meneliti yang baik dapat terus dikembangkan di tempat TPP dengan mengadopsi kebudayaan penelitian ditempat TPM.

Juga dengan bantuan TPM diharapkan hasil penelitian ini dapat dipublikasikan secara internasional, tidak hanya secara nasional seperti yang telah biasa dilakukan TPP.

C) JADWAL KERJA:

Tabel 4. Jadwal kegiatan tahun II.

No.	Kegiatan	Tahun II											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Desain cetakan spesimen uji fatik dengan penyempurnaan	■											
2	Pembuatan cetakan		■										
3	Pembuatan spesimen komposit			■									
4	Persiapan keberangkatan ke tempat TPM					■							
5	Uji fatik							■					
6	Foto makro patahan										■		
7	Analisa data dan optimasi											■	
8	Laporan, publikasi dan seminar												■

Kegiatan tahun kedua direncanakan seperti terlihat pada tabel 2b. Pertama didesain ulang cetakan untuk spesimen uji fatik berdasar pengalaman dan kesulitan yang ditemui pada kegiatan penelitian tahun I. Kemudian (langkah kedua) dibuat cetakan untuk spesimen uji fatik diikuti (langkah ketiga) pencetakan spesimen uji fatik berbahan baku komposit. Hingga langkah keempat ini semua dilakukan pihak TPP. Langkah kelima TPP melakukan uji fatik di tempat TPM, diikuti foto makro permukaan patahan hasil uji perambatan retak (langkah keenam). Data yang diperoleh, dibahas dan didiskusikan dengan pihak TPM (langkah ketujuh). Langkah kedelapan adalah penyusunan laporan, publikasi dan seminar. Seperti halnya tahun pertama, jika memungkinkan publikasi dilakukan pada jurnal internasional bersama dengan pihak TPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedayo S.M dan Adeyemi M.B (2000), "*Effect of Preheat on Residual Stress Distributions in Arc-Welded Mild Steel Plates*", J. Materials Engineering and Performance (9)1, p.7-11.
- ASTM E-647 (1991), "*Standard Practice for Conducting Constant Amplitude Axial Fatigue Test of Metallic Material*".
- Bag, Asim; Ray, K.K and Ewarakadasa, E.S., "*Influence of Martensite Content and Morphology on The Toughness and Fatigue Behavior of High-Martensite Dual-Phase Steels*", J. Metallurgical and Materials Transaction, Part A: Physical Metallurgy & Material Science, (32A)9, hal.2207-2217.
- Broek, D. (1986), "*Elementary Engineering Fracture Mechanic*", 4th ed., Kluwer Academic Pubs., Dordrecht, The Netherlands.
- Collins, J.A. (1981), "*Failure of Materials in Mechanical Design*", John Wiley & Sons, New York.
- Darmadi, Djarot B.; R. Soekrisno dan Ilman, M. Noor (2003), "*Pengaruh Suhu Pemanasan Mula Pengelasan Baja Karbon Rendah Terhadap Laju Perambatan Retak Fatik*", Tesis Pasca Sarjana, UGM Yogyakarta.
- Easterling, Keneth (1983), "*Introduction to The Physical Metallurgy of Welding*", Butterworth & Co.
- Galatalo, R dan Lancioti, A (1997), "*Fatigue Crack Propagation in Residual Stress Field of Welded Plates*", Int. J. Fatigue 19(1) pp/ 43-49.
- Harrison P.L. dan Farrar R.A. (1989), "*Application of CCT Diagrams for Welding of Steels*", International Material Reviews, (34)1.
- Kou, Sindo (1987), "*Welding Metalurgi*", John Wiley & Sons
- Heidemann, Dave (1997), "*Simple Steps to Weld Aluminum*", American Machinist, April 1997, p.60-62.
- Matsunawa, et. Al. (1980), "*Analysis of Temperature Field with Equiradial Cooling Boundary Around Moving Heat Sources*", JWRI vol.9 no.1.
- Rofle, Stanley (1977), "*Fracture and Fatigue Control in Structure*", Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Sharp, Maurice L; Glen E. Nordmark dan Craig C. Menzemer (1996), "*Fatigue Design of Aluminum Components and Structures*", McGraw-Hill, New York.
- Tsai, Chon L. (1983), "*Finite Source Theory*", Engineering Foundation Meeting, p329.
- Tsai, Chon L. dan Tso, Chin M. (1995), "*Heat Flow in Fusion Welding*", ASM Hand Book Vol.6, pp7-18.
- Tsai, L.W; Chung, C.S. dan Chen, C. (1997), "*Fatigue Crack Propagation on D6AC Laser Welds*", Int. J. Fatigue Vol.19 no.1 pp.25.
- Ushio, Masao dan Matsuda Fukuhisa (1982), "*Mathematical Modeling of Heat Transfer of Welding Arc*", Journal of Welding Research Institute (11)1, p7-15.
- Wang, Yun (1999), "*Modelling of 3D GMAW Process*", PhD Desertation, University of Missouri-Rolla.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Djarot B. Darmadi
 Jurusan Mesin Universitas Brawijaya
www.mesin.brawijaya.ac.id
 Telephone 08174123805
 b_darmadi_djarot@yahoo.co.id

1. Data Pribadi:	
Nama	: Ir. Djarot B. Darmadi, M.T.
Tempat/Tgl. Lahir	: Ponorogo/18 Mei 1967
Kelamin	: Laki-Laki
Alamat Rumah	: Sukun Pondok Indah, Blok P No.18
Telephone	: (0341)801905 ; 08174123805
Pekerjaan	: Dosen FT Mesin – Universitas Brawijaya MALANG
Pangkat/Gol./NIP	: III ^d /Penata/132125714
Jabatan Fungsional	: Lektor
Jabatan Struktural	: -
Bidang Yang Sedang Diminati: Kekuatan Material, Material Baru, Energi Alternatif, Teknologi Pemotongan Logam.	
Mata Kuliah Yang Diasuh: Matematika Teknik, Statika Struktur, Dinamika, Mekanika Kekuatan Material, Metode Elemen Hingga, Polimer dan Komposit.	

2. Riwayat Pendidikan:	
Tingkat	: Sarjana (Insinyur)
Bidang	: Teknik Mesin
Tahun Pendidikan	: 1986 – 1993
Nama Institusi	: Universitas Brawijaya MALANG
Tingkat	: Pasca Sarjana (Magister Teknik – S2)
Bidang	: Kekuatan Material
Tahun Pendidikan	: 2000 – 2003
Nama Institusi	: Universitas Gadjah Mada YOGYAKARTA

3. Penelitian Yang Pernah Dilakukan:	
1.	Darmadi, Djarot B.; Ilman, M. Noer dan Soekrisno, R. (2002). Pengaruh Suhu Pemanasan Mula Pengelasan Baja Karbon Rendah Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las, Tesis S-2, UGM Yogyakarta – Indonesia.
2.	Darmadi, Djarot B. dan Kurniawan, Mahfudh (2004). Pengaruh Fraksi Volume Serat Kenaf (<i>Hibiscus Cannabinus</i>) dan Matriks Poliester Terhadap Sifat Mekanik Komposit, Universitas Brawijaya.
3.	Darmadi, Djarot B., Wahjudi, Ari dan Triutomo, Gatot (2004). Pengaruh Fraksi Volume Serat Penguat Terhadap Sifat Mekanik pada <i>E-Glass-Kenaf Fiber Reinforced Polyester Matrix Hybrid Composites</i> , Laporan Penelitian DPP

4. Naskah Publikasi:	
1.	Darmadi, Djarot B. Pengaruh Fraksi Volume Serat Kenaf terhadap Sifat Mekanik Komposit dengan Matriks Poliester, <i>Jurnal Teknik</i> , Volume XII, No.2, Agustus 2005, ISSN 0854-2139

Malang, Desember 2008



[Handwritten Signature]

Djarot B. Darmadi

DAFTAR RWAYAT HIDUP



Ir. Ari Wahjudi
 Jurusan Mesin Universitas Brawijaya
 www.mesin.brawijaya.ac.id
 Telephone (+62) 81-55500491
 Fax. (+62) 341-554291
 Ari_w@brawijaya.ac.id


1. Data Pribadi:	
Nama	: Ir. Ari Wahjudi
Tempat/Tgl. Lahir	: Malang/24 Maret 1968
Kelamin	: Laki-Laki
Alamat Rumah	: Jln. Mayjend. Haryono VI/870 MALANG
Telephone	: 08155500491
Pekerjaan	: Dosen FT Mesin – Universitas Brawijaya MALANG
Pangkat/Gol./NIP	: III ^b /Penata Muda/132125697
Jabatan Fungsional	: Asisten Ahli
Jabatan Struktural	: Ka. Lab. Proses Produksi
Bidang Yang Sedang Diminati: Kekuatan Material, Metode Elemen Hingga, Analisa Patahan, Simulasi dan Modeling.	
Mata Kuliah Yang Diasuh: Statika Struktur, Mekanika Material, Metode Elemen Hingga, Penrogramman Komputer, Teknologi Pengelasan Logam.	

2. Riwayat Pendidikan:	
Tingkat	: Sarjana (Insinyur)
Bidang	: Teknik Mesin
Tahun Pendidikan	: 1986 – 1992
Nama Institusi	: Universitas Brawijaya MALANG
Tingkat	: Magister (Master Teknik)
Bidang	: Teknik Mesin
Tahun Pendidikan	: 2000 – 2004
Nama Institusi	: Universitas Brawijaya MALANG

3. Penelitian Yang Pernah Dilakukan:

1.	Simulasi Distribusi Temperatur Siklus Termal Pengelasan Pada Sambungan Plat Pada Bimetal (Universitas Brawijaya 2005).
2.	Pengaruh Variasi Temperatur Preheat Terhadap Kekuatan Tank dan Distribusi Kekeerasan Sambungan Las Aluminium Seri 1100 Dengan GTAW (Universitas Brawijaya).
3.	Analisa Patahan Hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah Dengan Berbagal Suhu Pemanasan Mula, Jurnal Teknik, Volume X No.1, April 2003, ISSN 0854-2139
4.	Damadi, Djaret B., Wahjudi, Ari dan Tritomo, Gatot. Pengaruh Faksi Volume Serat Penguat Terhadap Sifat Mekanik pada E-Glass-Kenaf Fiber Reinforced Polyester Matrix Hybrnd Composites, (Universitas Brawijaya)

Malang, Desember 3^o 2008



Ir. Ari Wahjudi MT.



Curriculum Vitae

1. Name : Chobin Makabe, Professor, Dr. Eng..
2. Place and Birth date : Okinawa, Japan, November 1, 1956
3. Occupation : University of the Ryukyus
4. Office address : Mechanical and Systems Engineering Department
1 Nishihara, Okinawa, 903-0213, Japan
Tel. (81)98-895-8605
Email: makabe@tec.u-ryuku.ac.jp
5. Education
 - Bachelor of Mechanical Engineering, University of the Ryukyus, Japan, 1980
 - Master of Engineering, Mechanical Engineering, Kyushu University, Japan, 1982
 - Doctor of Engineering, Mechanical Engineering, Kyushu University, Japan, 1985
6. Research Activities / Fields:
 - Fatigue Crack Propagation and Fatigue Life of Engineering Materials.
 - Detection Method of Fatigue Crack Initiation.
 - The Mechanism of Fracture of Engineering Materials.
 - Plastic Working.
7. Publication:
 1. A. Purnowidodo, C. Makabe, T. Miyazaki and A.J. McEvily, "Transition Behaviour of Residual Fatigue Life after Applying Overload during Fatigue Crack Growth with Constant Stress Amplitude", Pressure Vessel and Piping Codes and Standards, ASME/JSME-PVP, Vol.480, San Diego, California USA, 2004, pp. 39 - 44.
 2. Makabe, C. and McEvily, A.J., "Effect of Surface Deformation and Crack Closure on Fatigue Crack Propagation after Overloading and Underloading", Int. J. Fatigue, Vol. 26, 2004, pp.1341-1348.
 3. Chobin Makabe, Tatsujiro Miyazaki and Arthur J. McEvily, "Effect and Acceleration of Crack Propagation @man Overloading under Negative Baseline Stress Ratio", Journal of Testing and Evaluation, Vol.33, 2005, pp.181-187.
 4. Makabe, C; McEvily, A.J. and Yamauchi, "Effects of Negative Stress Ratio on Crack Propagation Behaviour after Overloaded", Int. J. of Modern Physics, Vol. 17,2063, pp. 1580 - 1586.
 5. C. Makabe, T. Miyazaki and T. Yafuso, "The Effects of Overload Plastic Zone of Fatigue Crack Propagation after Overloading", J. High Pressure Institute of Japan, Vol. 42, No.6, 2804, pp.318 - 327.
 6. C. Makabe, A. Yamauchi and A.J. McEvily, "Fatigue Crack Propagation Behaviour after Applying Single Overload", J. High Pressure Institute of Japan, Vol. 41, No.1, 2003, pp.4 - 10.
 7. C. Makabe, T. Sueyoshi and T. Utsonomiya, "A Detection Method of Overloading History during Fatigue Crack Propagation Stage", Trans. Japan Society of Mechanical Engineers, Vol. 69, No. 679,2003, pp. 640-646.
 8. Tatsujiro Miyazaki, A. Purnowidodo and Chobin Makabe, "Effects of Negative Stress Ratio on Fatigue Crack Propagation Behaviour after Single Tensile Overload", Trans. Japan Society of Mechanical Engineers, Vol. 70, No. 700, 2004, pp. 1717 - 1724.

9. Chobin Makabe and Arthur I. McEvily, "Effects of Deformation in the Vicinity of Crack Tip on Crack Propagation after Applying Overload", Journal of the Society of Material Science Japan, Vol.53, No.5, 2004, pp.481-486.

Others: I have written about 100 papers.

8. Lecturing:

- Undergraduate:
 - Strength of Materials
 - Machine Element Design
 - Engineering Mathematics
 - Engineering Materials
 - Theory of Elasticity

- Master degree:
 - Strength of Materials
 - Engineering Fracture Mechanics

- Doctor degree:
 - Fatigue
 - Failure Analysis

Japan, 26 February, 2007

Chobin Makabe, Proffesor, Dr.Eng.

Chobin Makabe



LAMPIRAN 1
DATA MENTAH HASIL PENGUJIAN TARIK



TEST REPORT

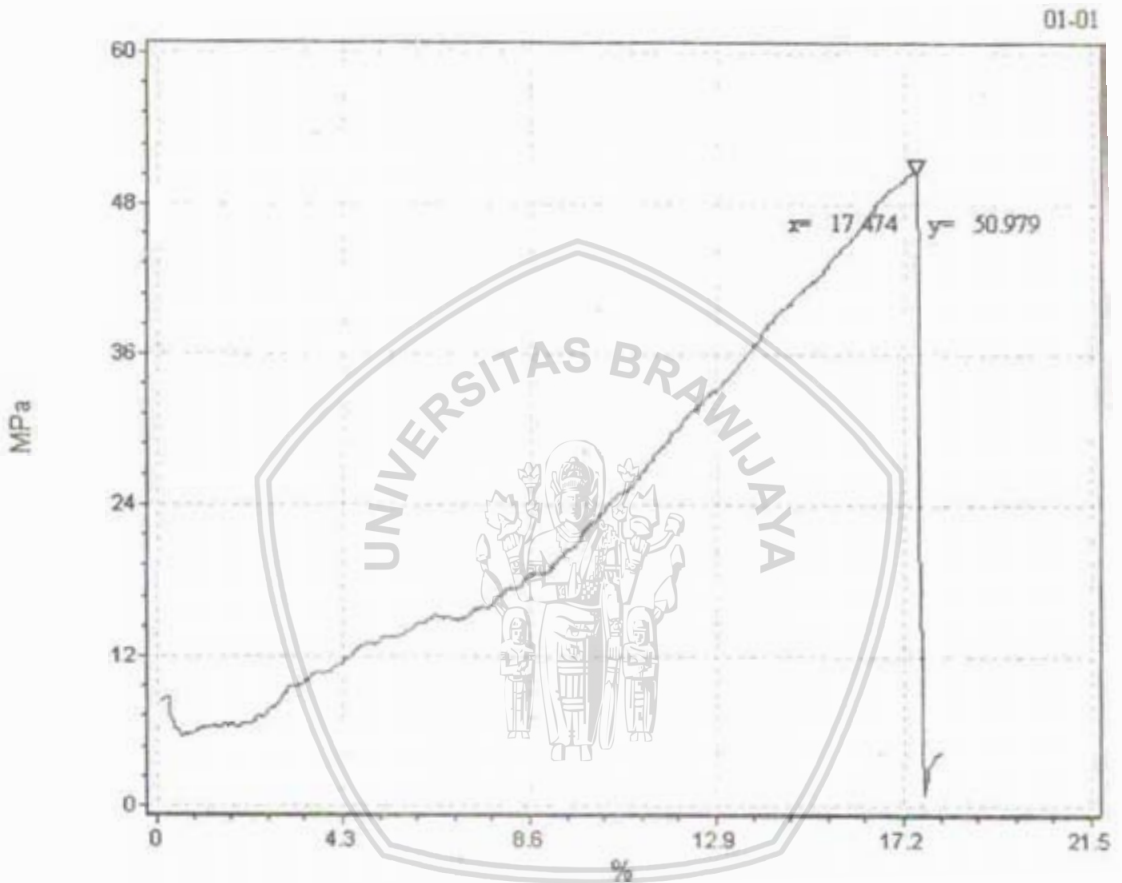
01

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongatic %
0% F	52.00	2650.90	50.98	18.04



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Yunus.

TEST REPORT

Test Description : Tensile

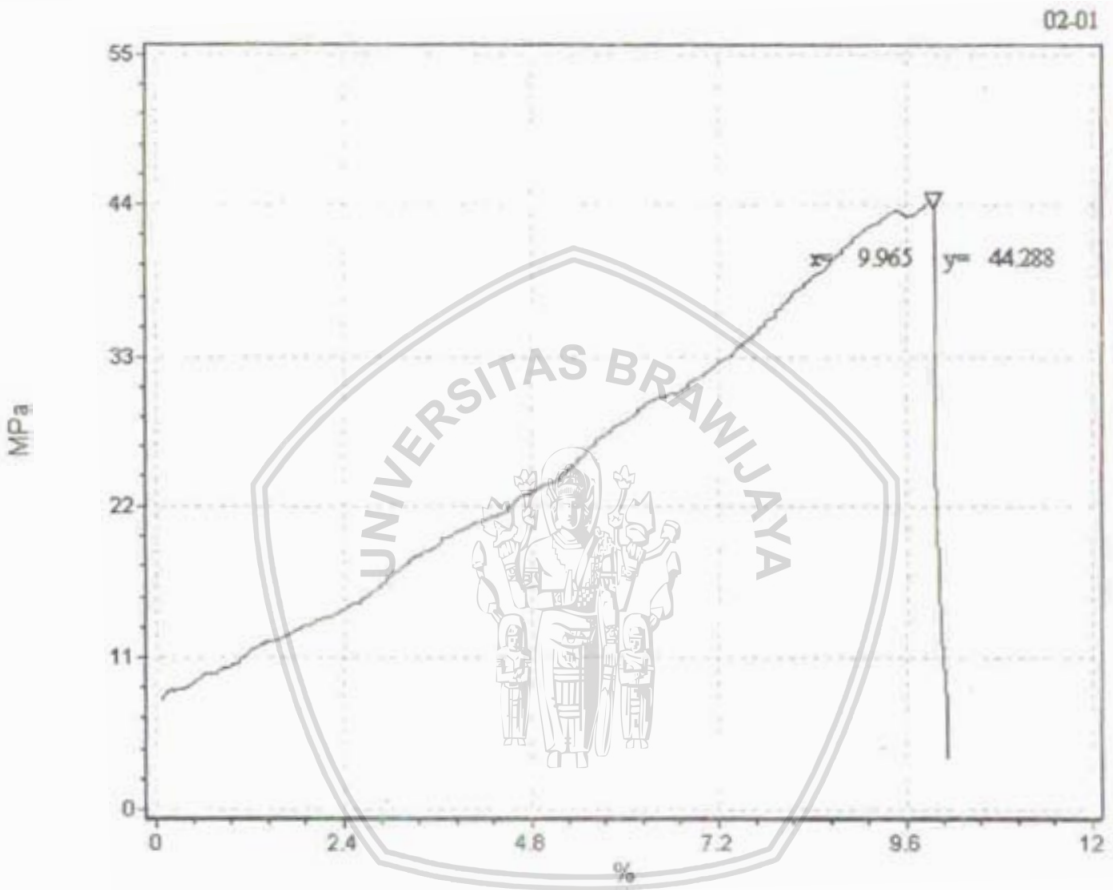
Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

repository.ub.ac.id

o.: 02

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
0% F	52.00	2303.00	44.29	10.11



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widada, MT

NIP Y. 1018100037

YUNUS

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



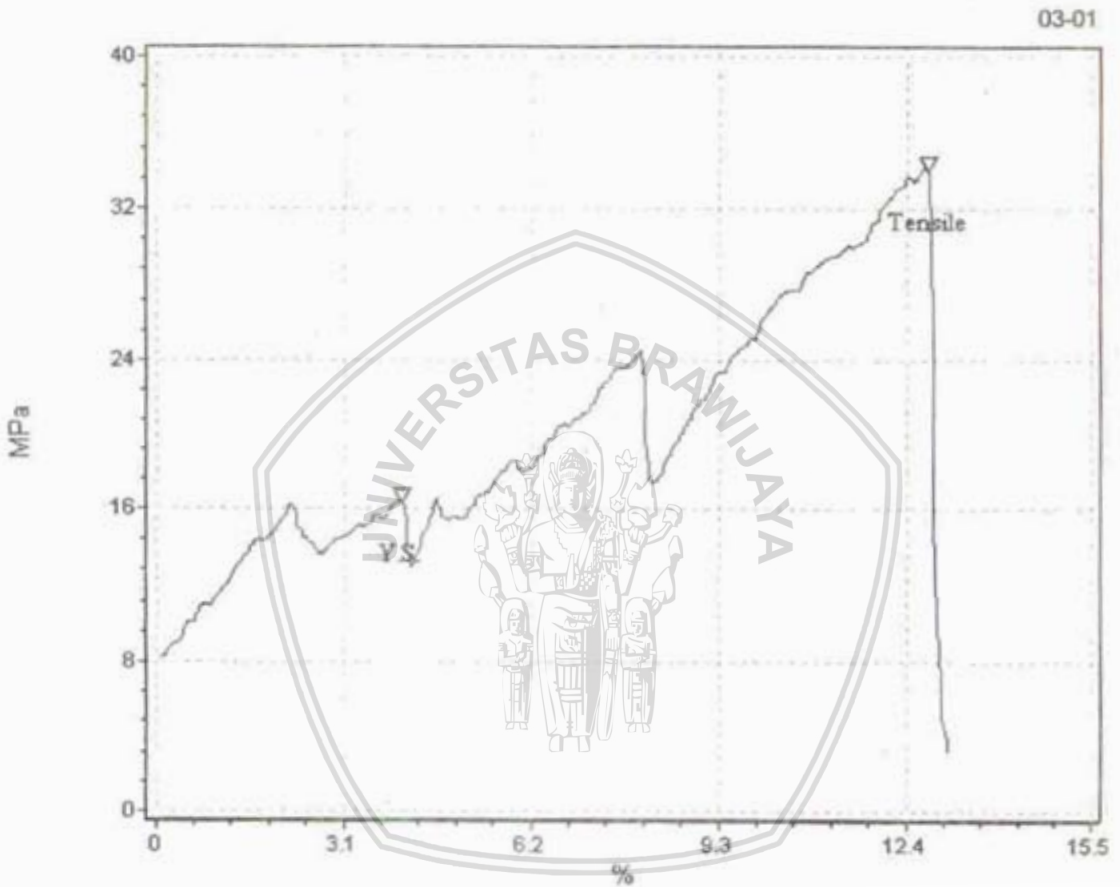
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongatic %
0% F	52.00	1783.60	34.30	13.05



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

[Handwritten Signature]
TUNUS

TES REPORT

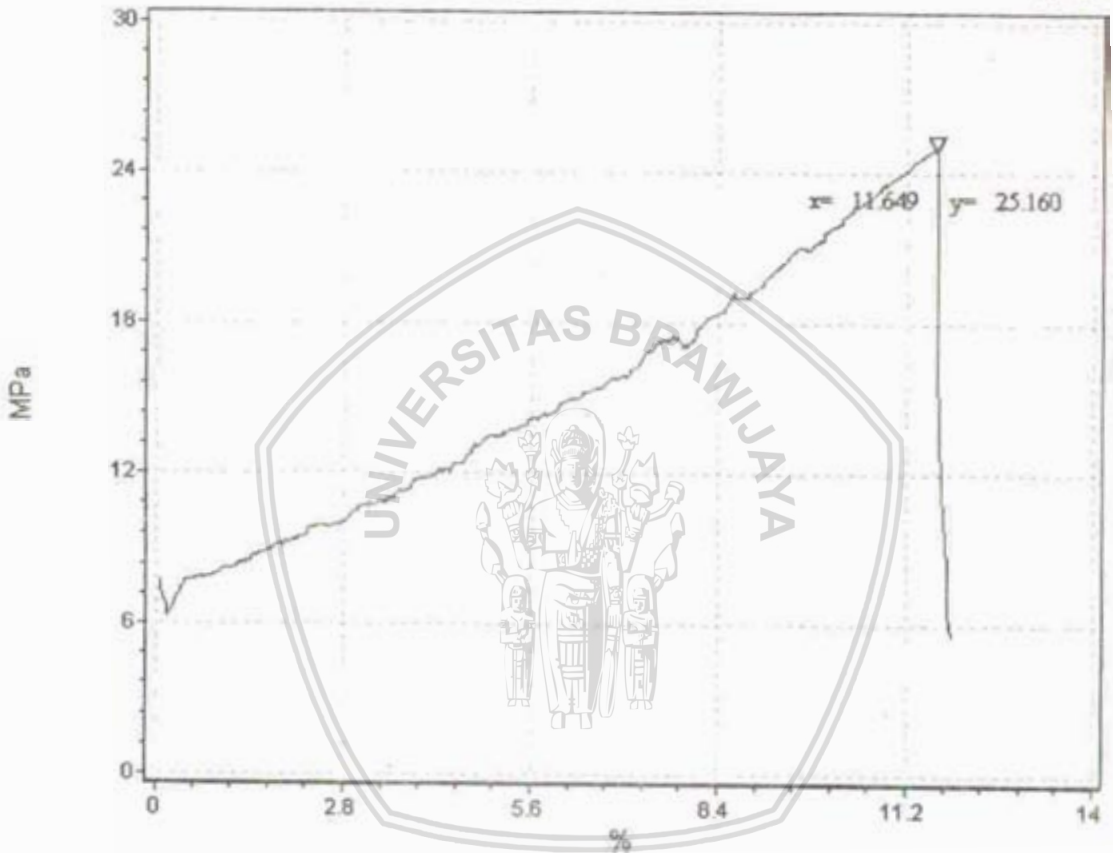
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongatic %
15%F(0%kayu+100knf)	52.00	1308.30	25.16	11.79

01-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIPY. 1018100C37

Adif Yunus

TEST REPORT

No.: 02

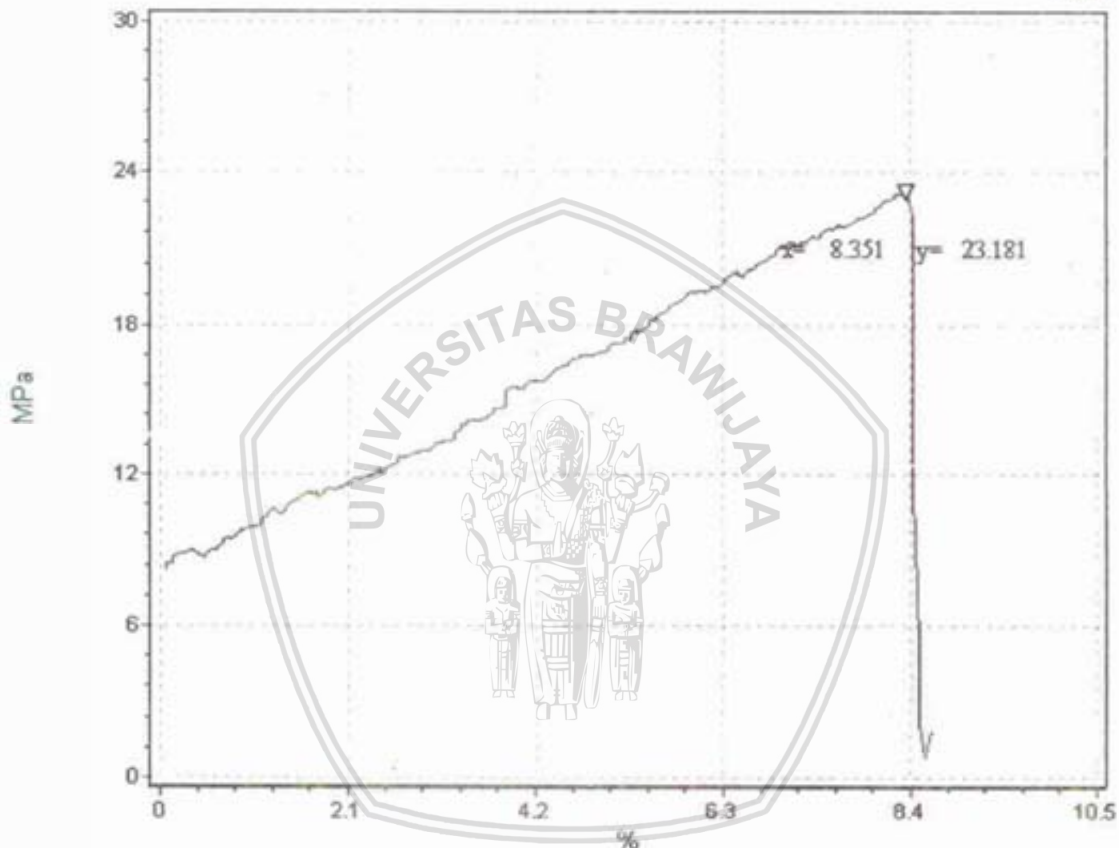
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
15% F(0%kayu+100%knf)	52.00	1205.40	23.18	8.56

02-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Adif
YUNUS



TEST REPORT

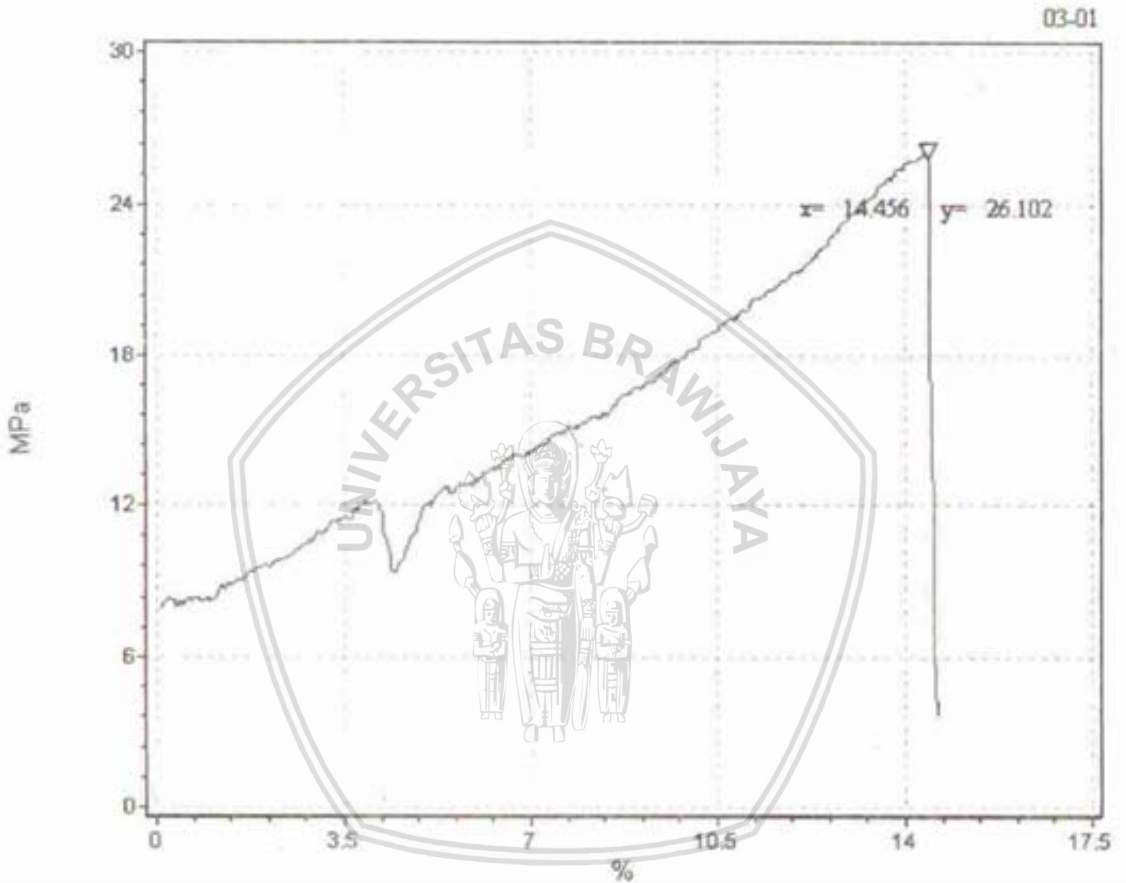
No.: 03

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
15% F(0%kayu+100%knf)	52.00	1357.30	26.10	14.53



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. a Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Abdullah
YUNUS



TEST REPORT

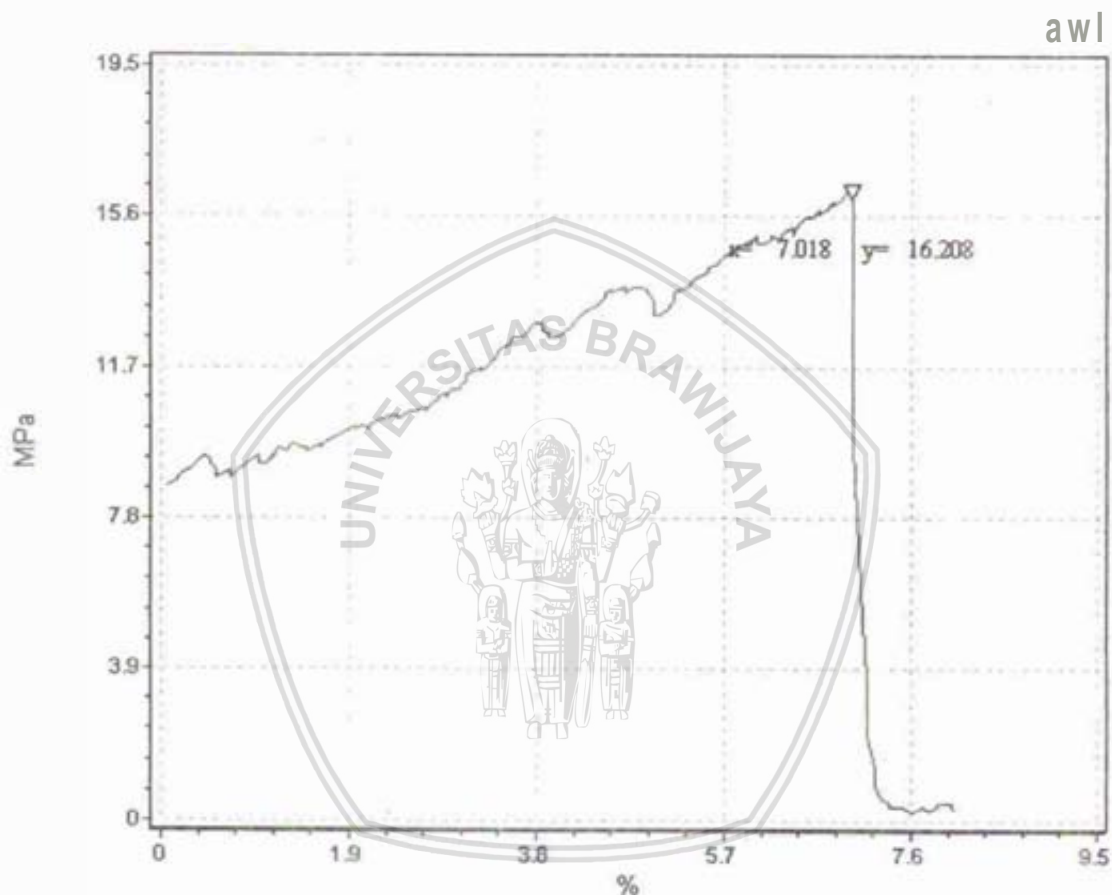
No.: 01

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
15% F(25%kayu+75%knf)	52.00	842.80	16.21	8.00



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

Handwritten signature
YUNUS



TEST REPORT

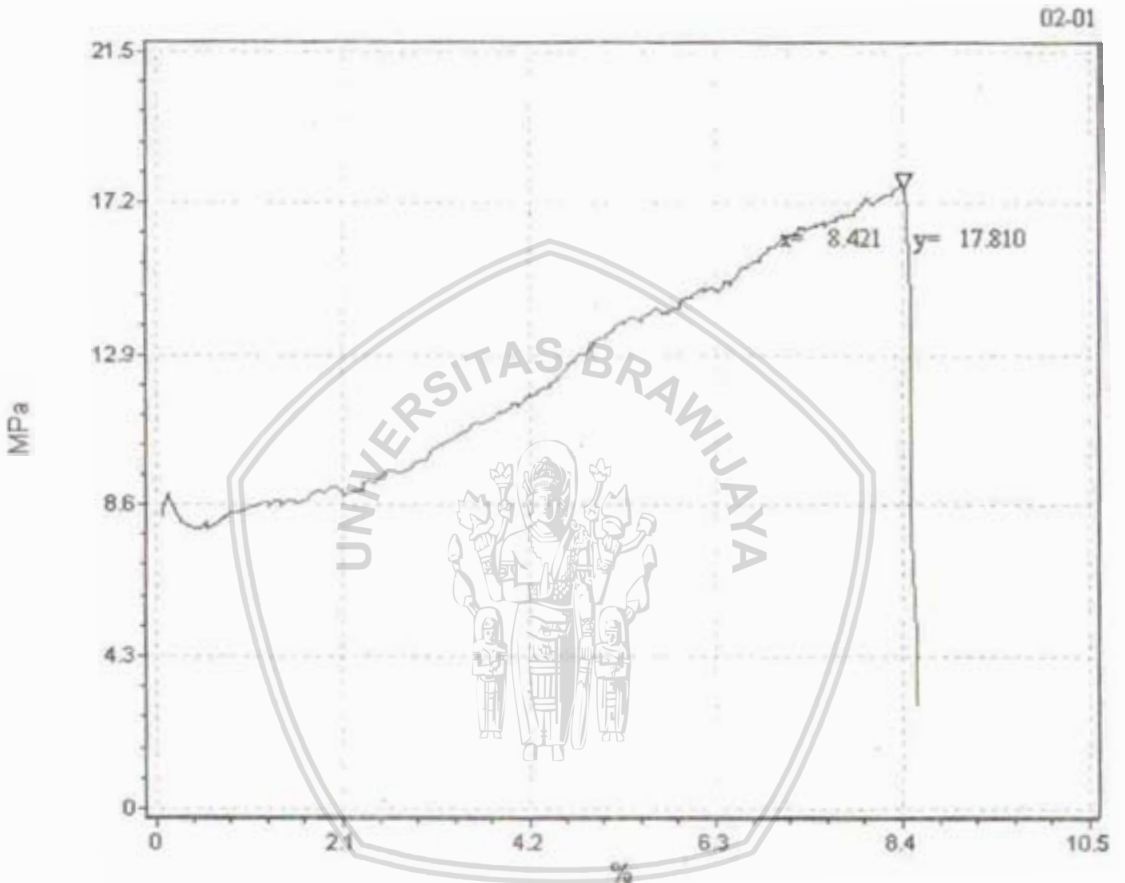
No.: 02

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elonga %
15% F(25%kayu+75%knf)	52.00	926.10	17.81	8.56




Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037


YUNUS

TEST REPORT

No.: 03

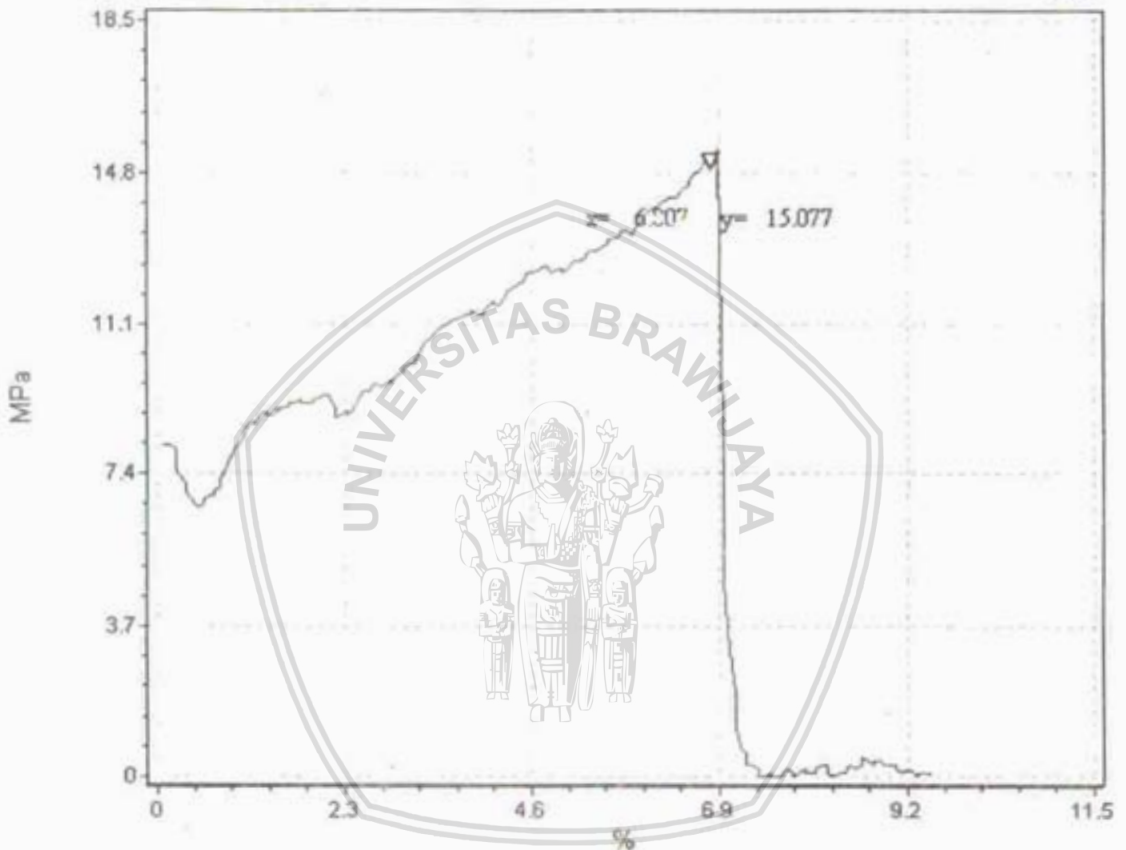
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongat %
15%F(25%kayu+75knf)	52.00	784.16	15.08	9.54

03-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

TUNUS.



TEST REPORT

No.:01

Test Description : Tensile

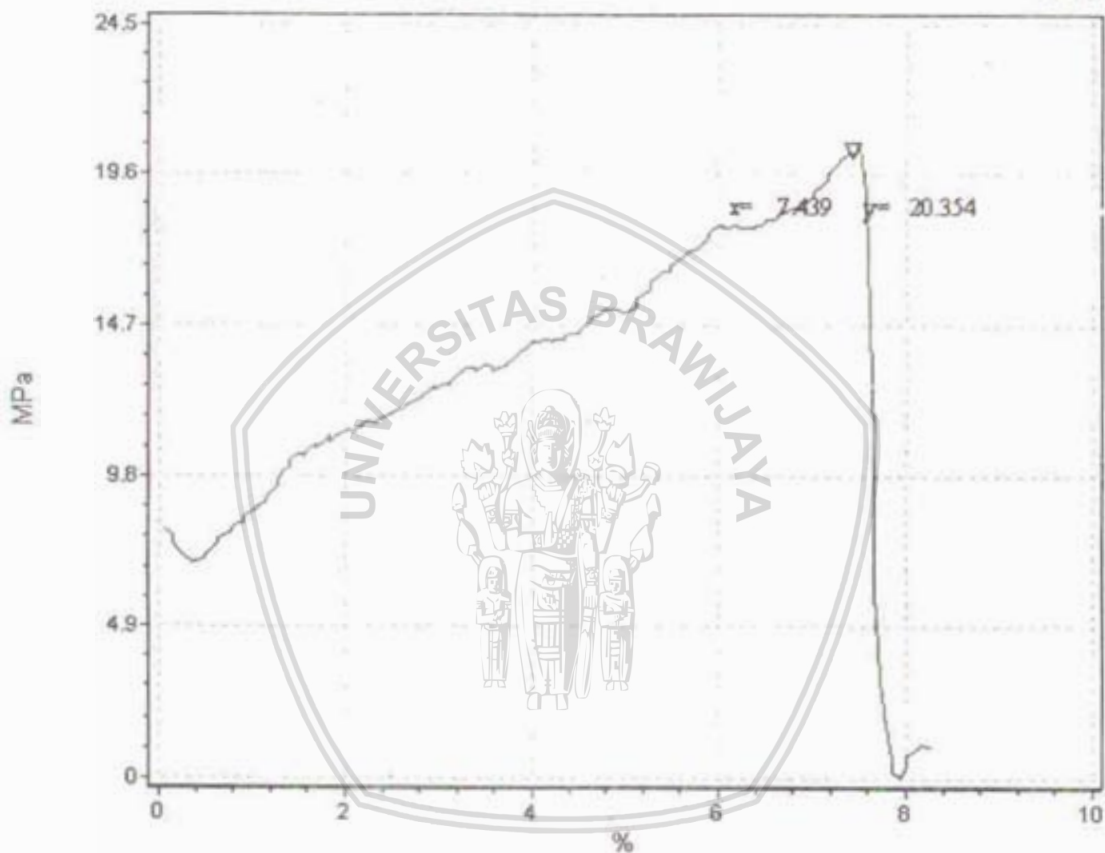
Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

repository.ub.ac.id

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongat %
15%F(50%kayu+50knf)	52.00	1058.20	20.35	8.21

01-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

TUNUC

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



TEST REPORT

repository.ub.a.id

No.: 02

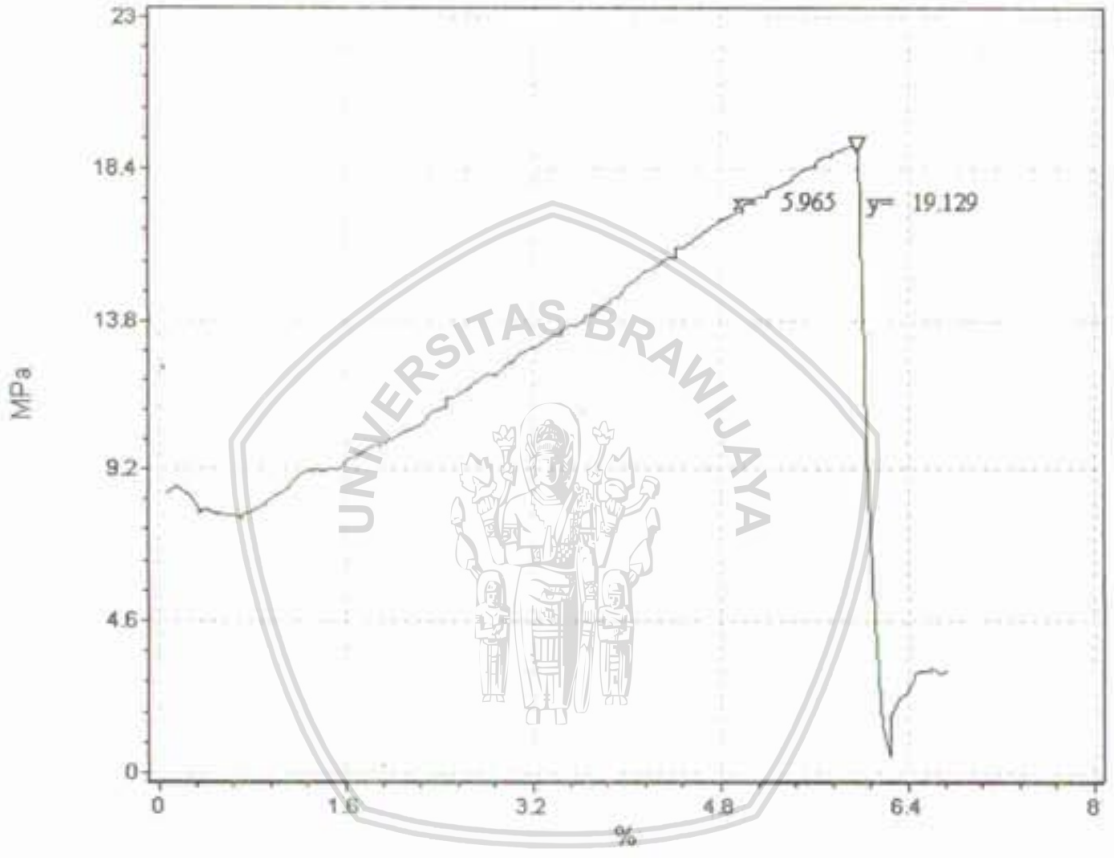
Test Description : tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
15% F(50%kayu+50%knf)	52.00	994.70	19.13	6.67

02-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

TEST REPORT

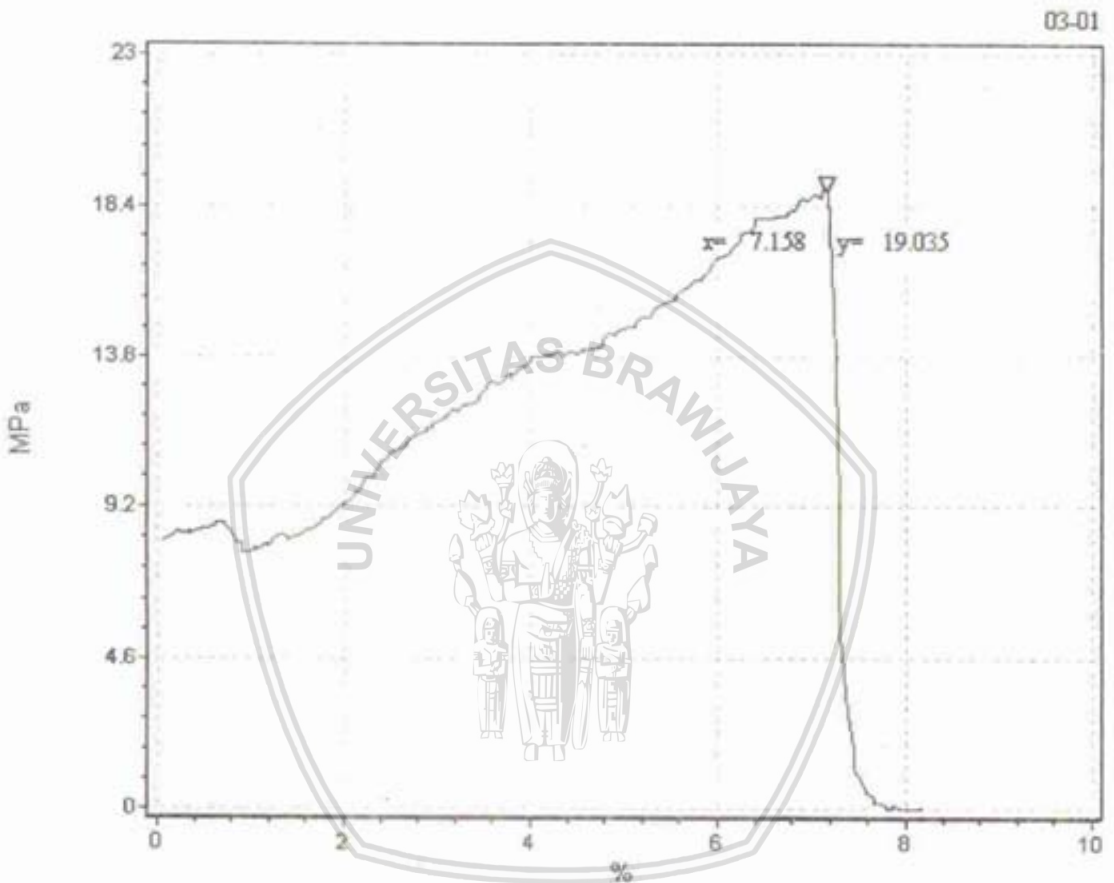
No.: 03

Test Description : tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
15% F(50%kayu+50%knf)	52.00	989.80	19.03	8.14



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 4018100037

Adif
YUNUS



TEST REPORT

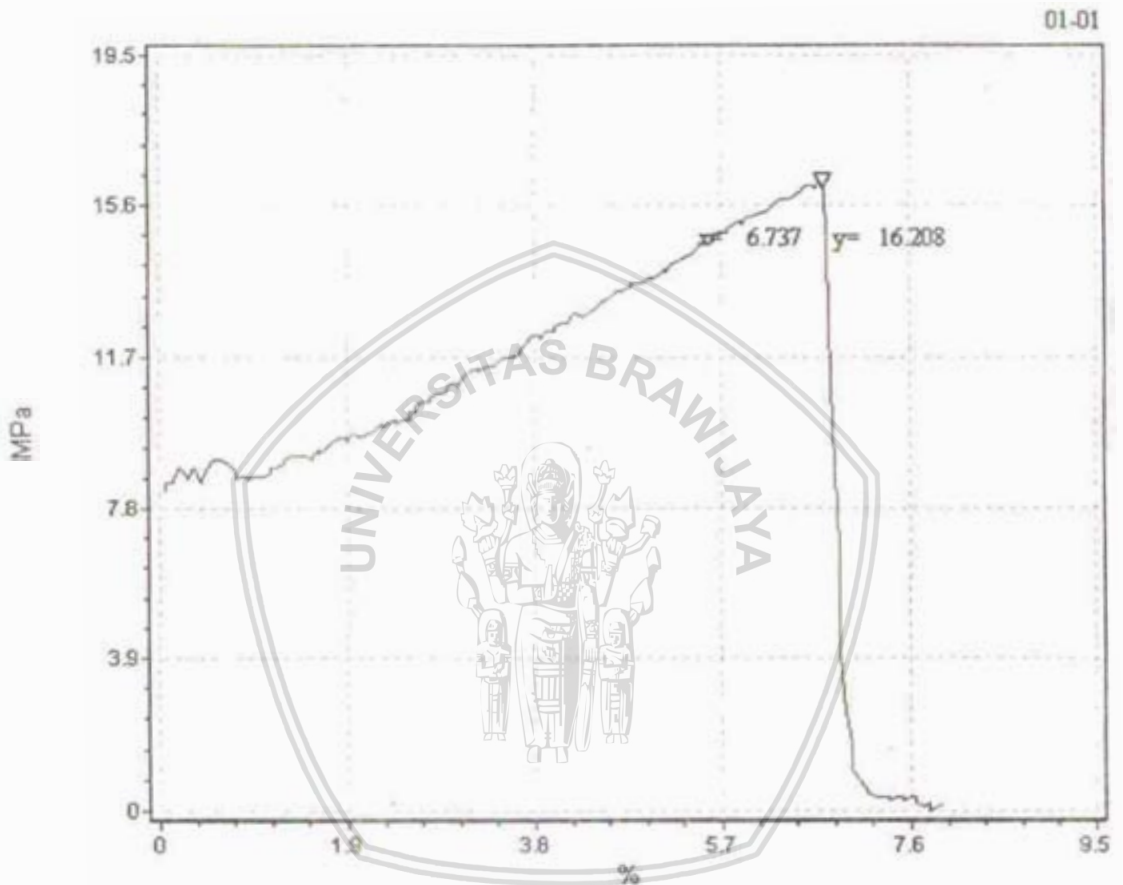
No: 01

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2011

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongat %
15% F(75%kayu+25%knf)	52.00	842.80	16.21	7.86



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037



TEST REPORT

No.:02

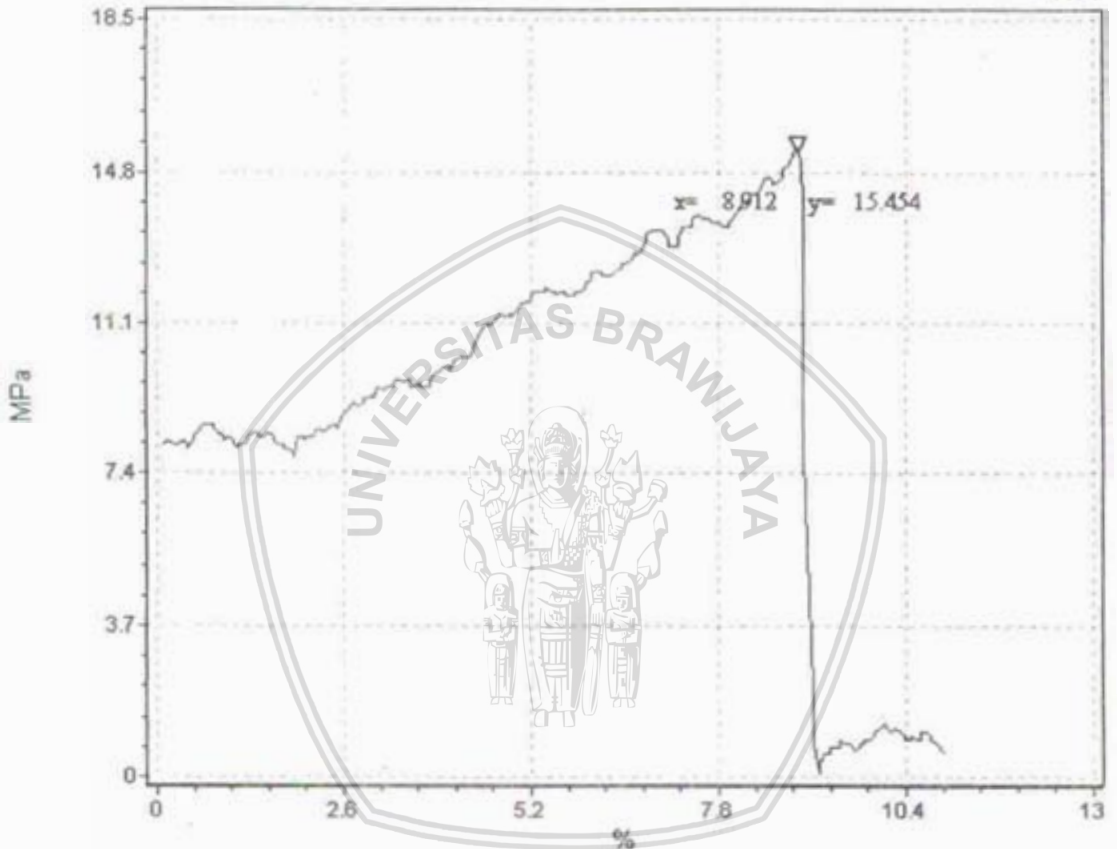
Test Description : Tensile

Standard :

Test Date: 11/05/2

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
15% F(75%kayu+25%knf)	52.00	803.60	15.45	10.88

02-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037



TEST REPORT

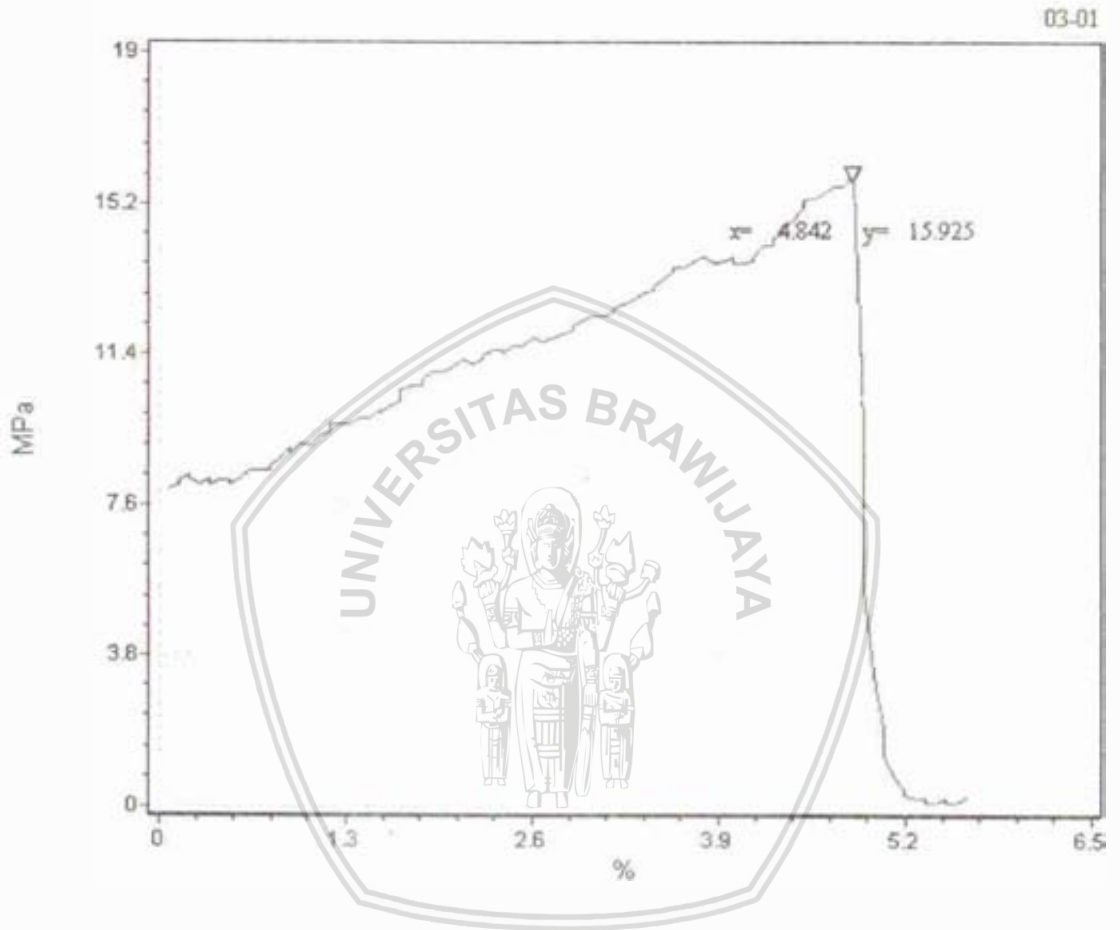
No: 03

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
15% F(75%kayu+25%knf)	52.00	828.10	15.93	5.61



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Taufiq
YUNUS.

TEST REPORT

No.:01

Test Description : Tensile

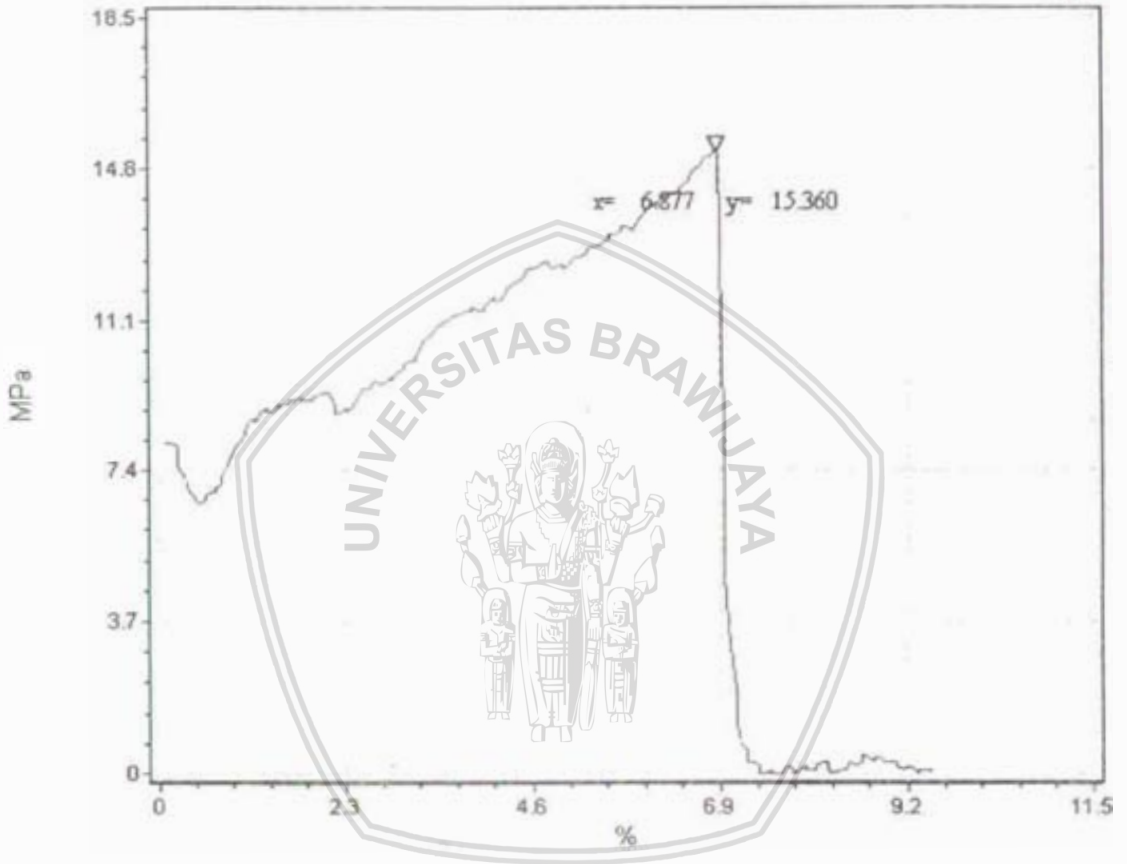
Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2

repository.ub.ac.id

SPECIMEN	Area mm ²	— Forte Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
15% F(100%kayu+0%knf)	52.00	798.70	15.36	9.54

01-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Yunus
YUNUS

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

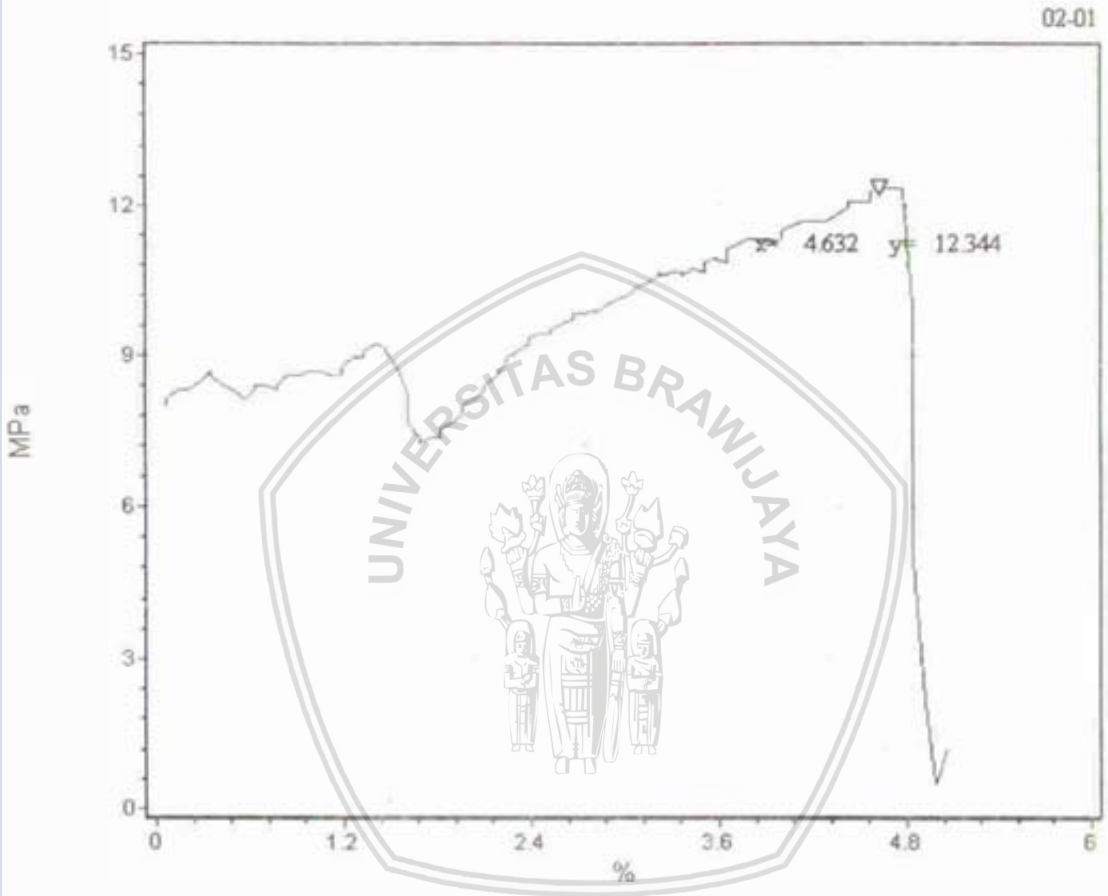
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/200

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
15% F(100%kayu+0%knf)	52.00	641.90	12.34	4.98



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

Handwritten signature
TUNUS

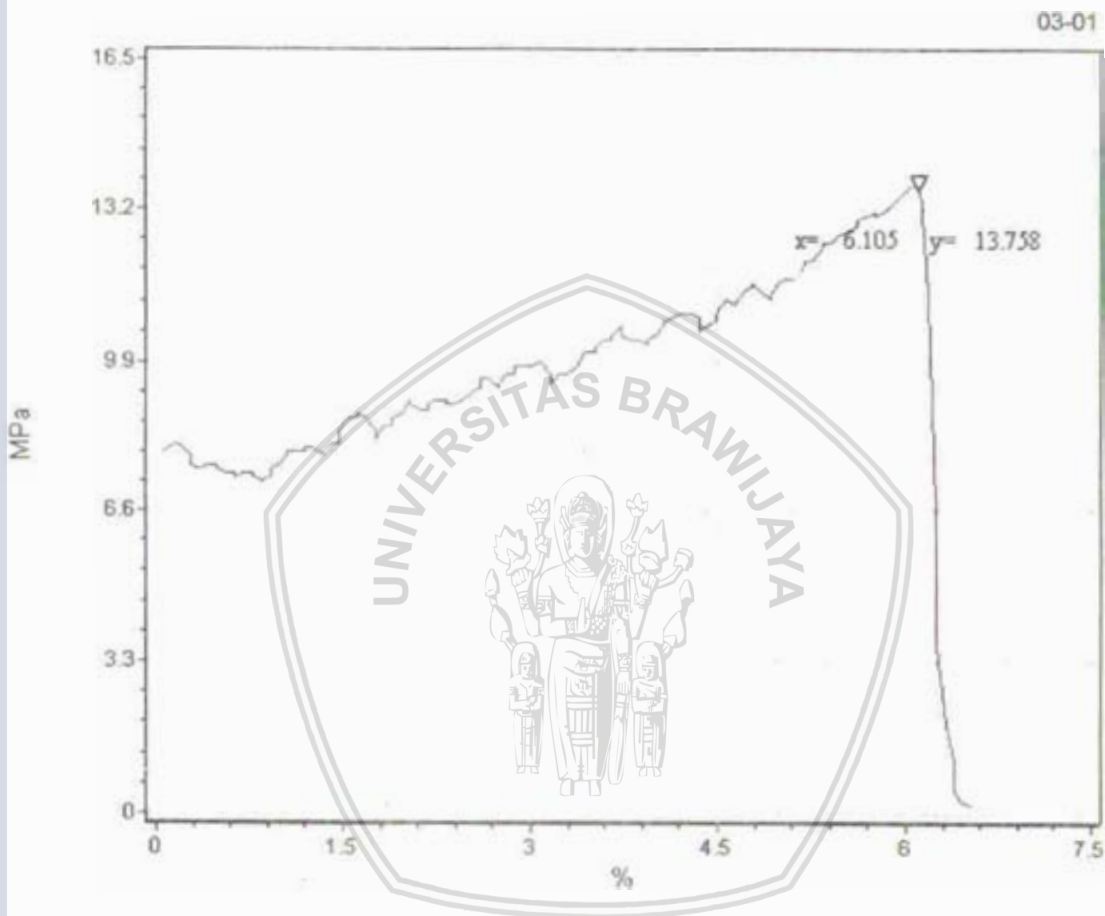
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2004

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
15%F(100%kayu+0knf)	52.00	715.40	13.76	6.46



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Handwritten signature
TUMUS



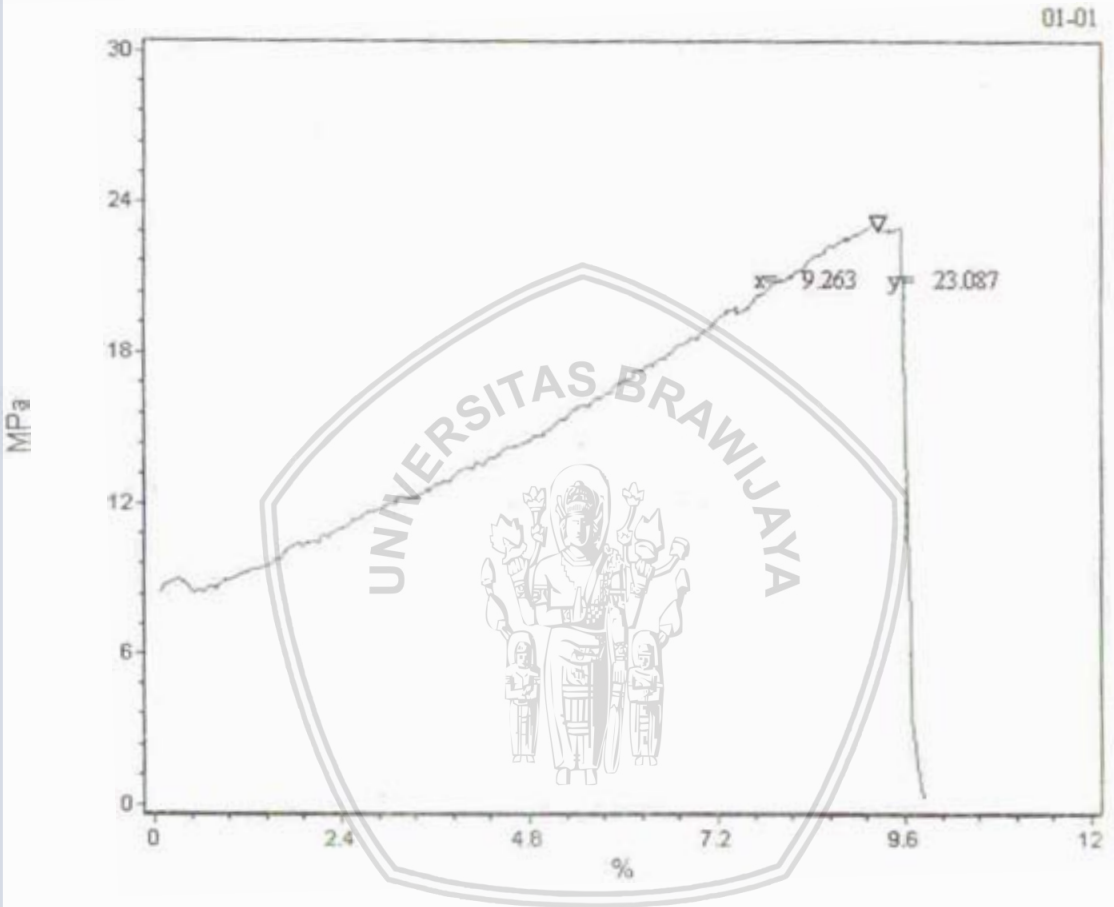
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
30% F(0%kayu+100%knf)	52.00	1200.50	23.09	9.82



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

Handwritten signature
TUNUS.

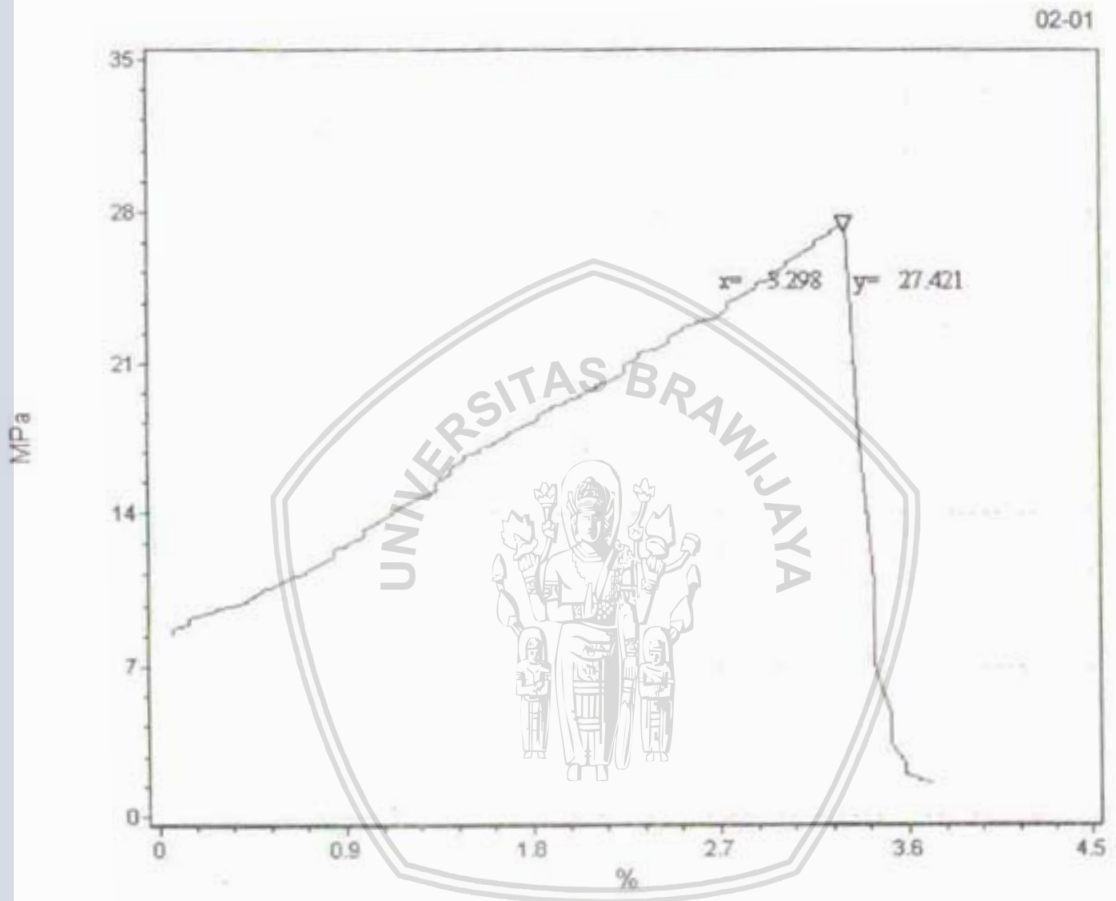
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2014

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
30%F(0%kayu+100knf)	52.00	1425.84	27.42	3.65



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Yunus
YUNUS.

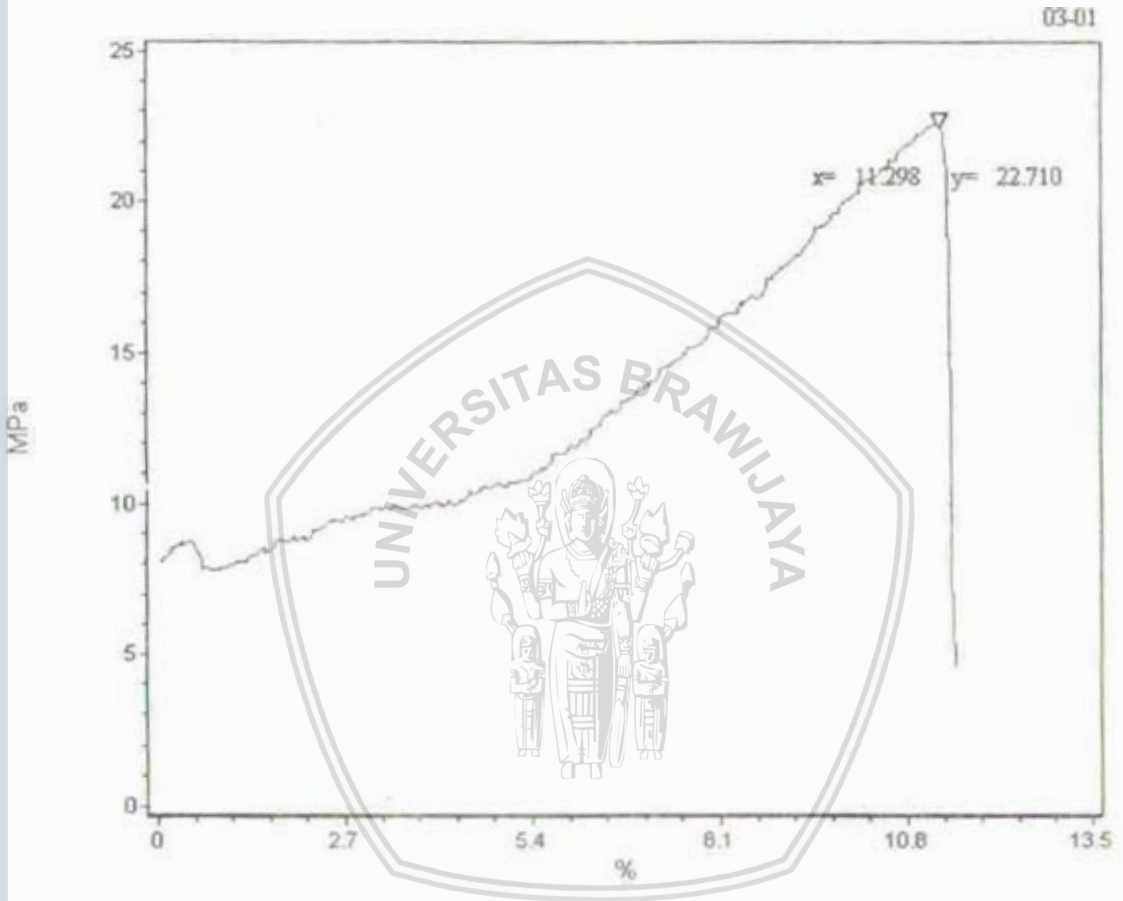
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongatic %
30% F(0%kayu+100%knf)	52.00	1180.90	22.71	11.44



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Yunus

TEST REPORT

lo.: 01

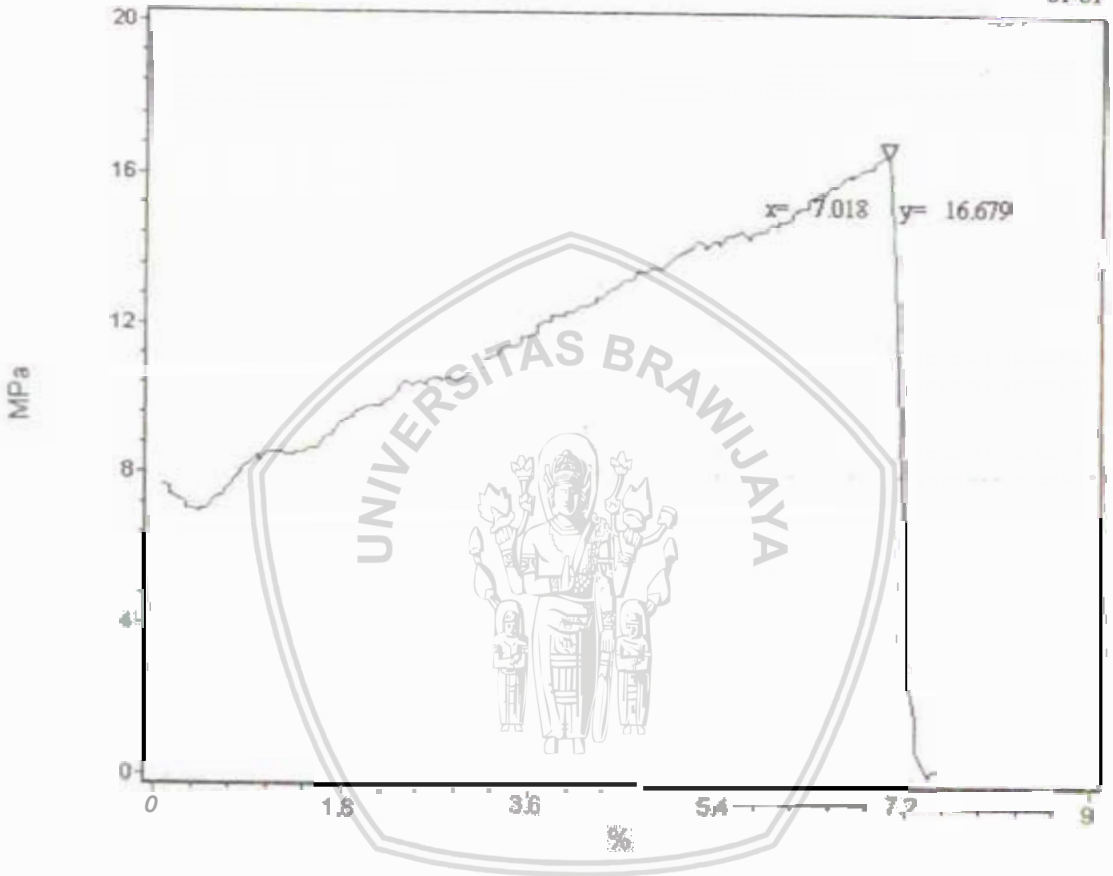
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
30% F(25%kayu+75%knf)	52.00	867.30	16.68	7.44

01-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

[Handwritten Signature]
TUPANUS.

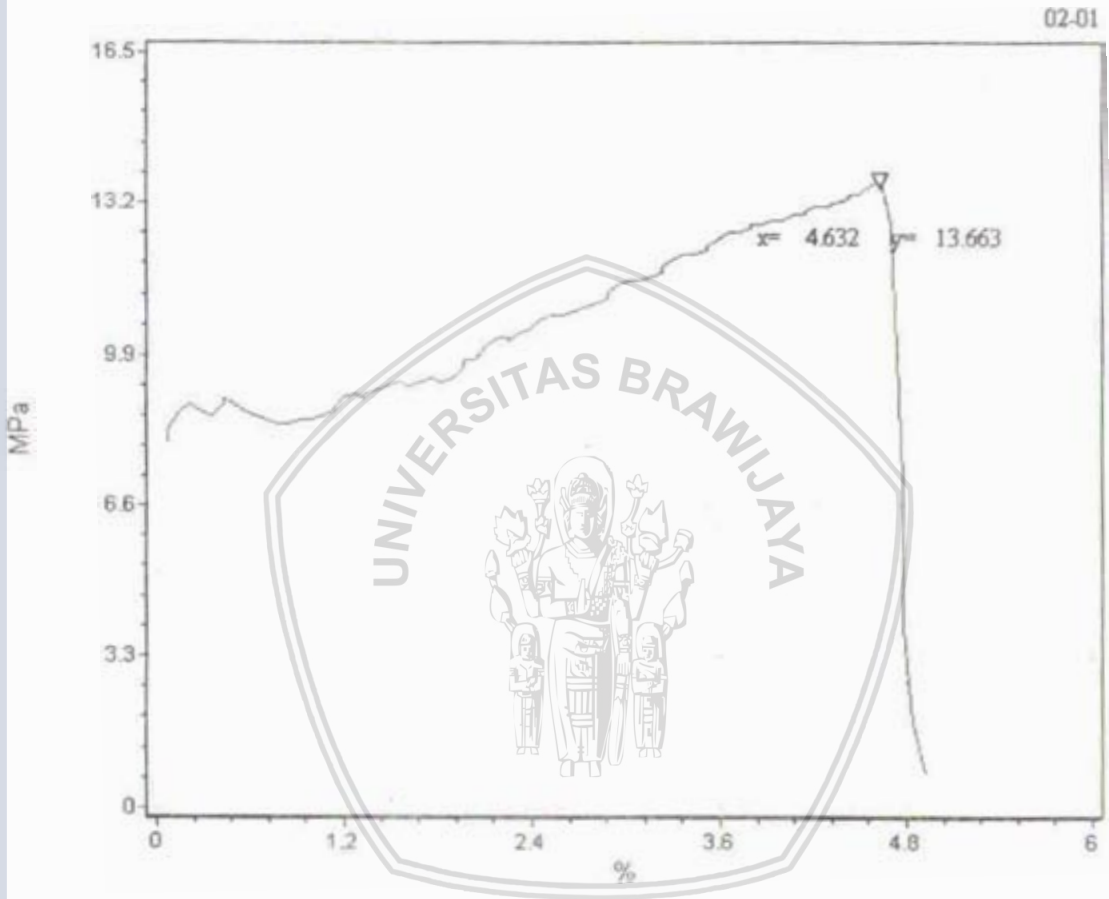
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: t 1/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
30% F(25%kayu+75%knf)	52.00	710.50	13.66	4.84



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

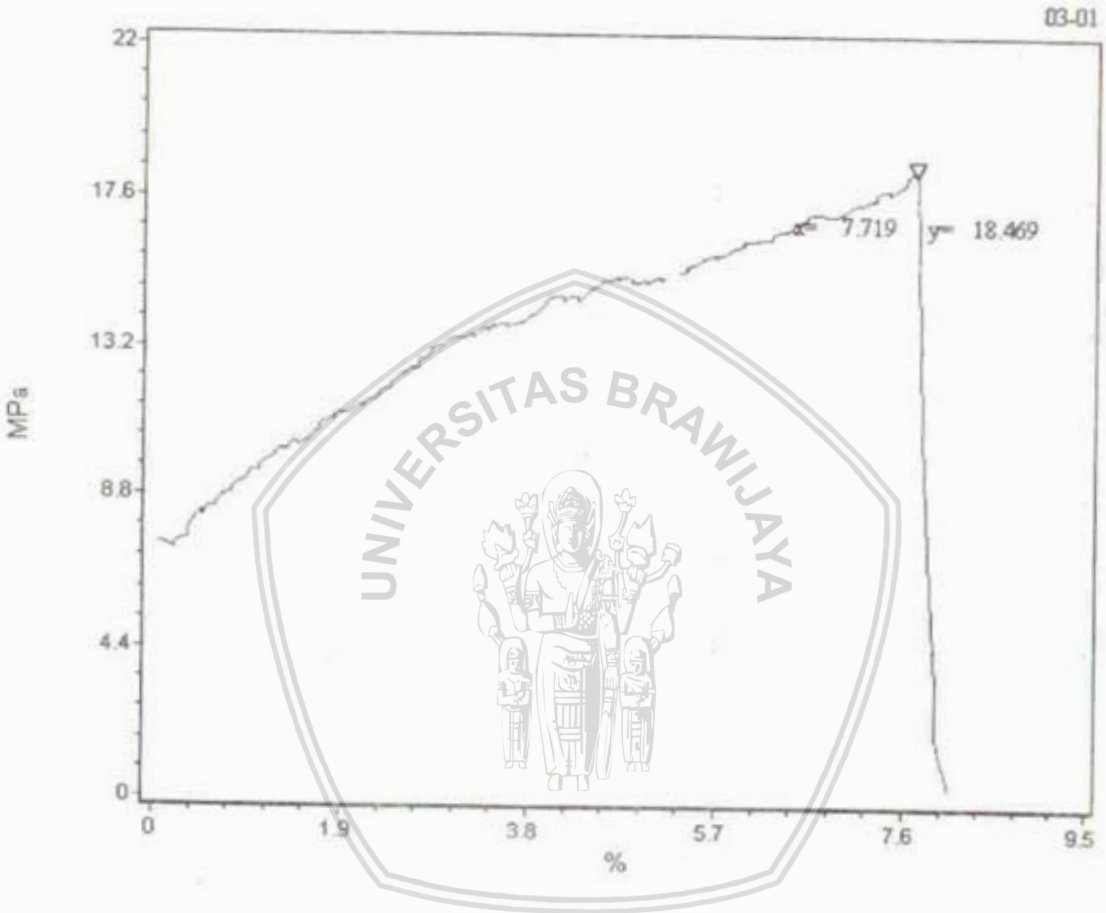
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2

SPECIMEN	Area ²	Max Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongatic %
30% 30% F(25%kayu+75%knf)	52.00	960.40	18.47	8.00



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037


TUNUS.

TEST REPORT

Test Description : Tensile

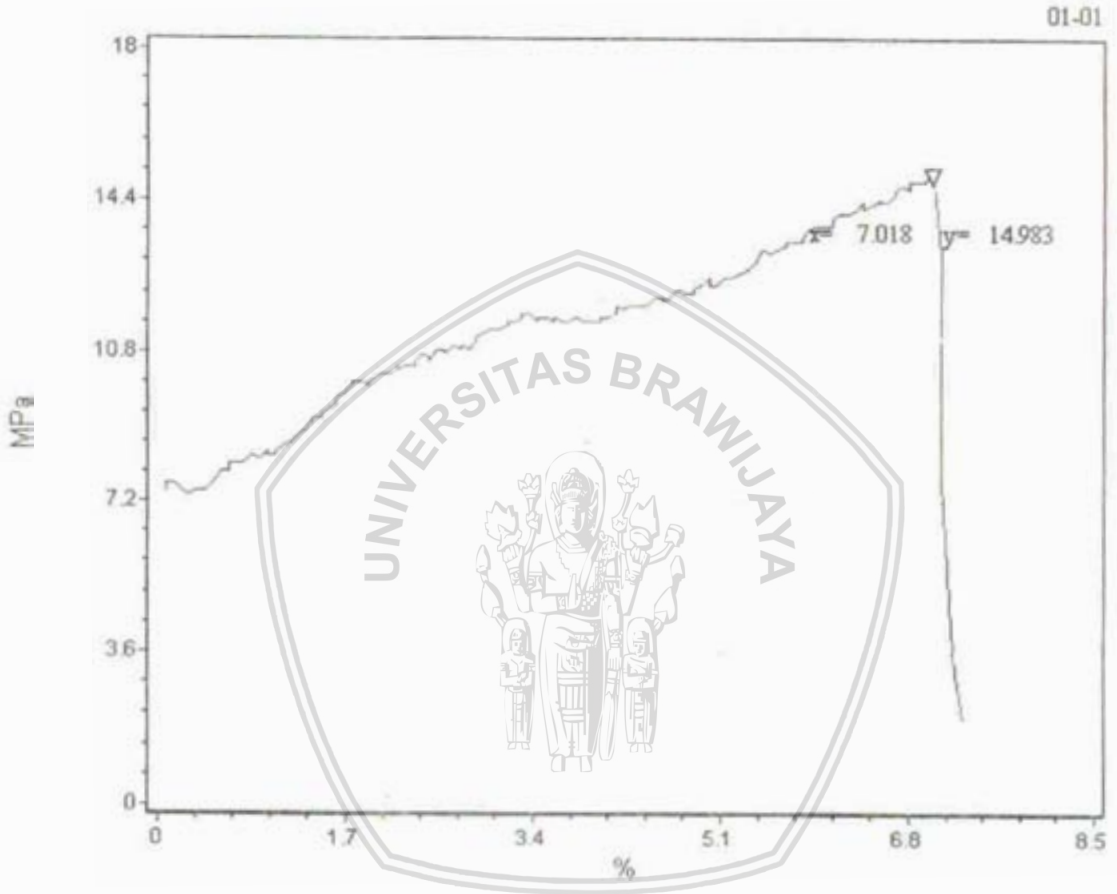
Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

repository.ub.ac.id

No. 01

SPECIMEN	Area m^2	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongation %
30% F(50%kayu+50%knf)	52.00	779.10	14.98	7.23



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

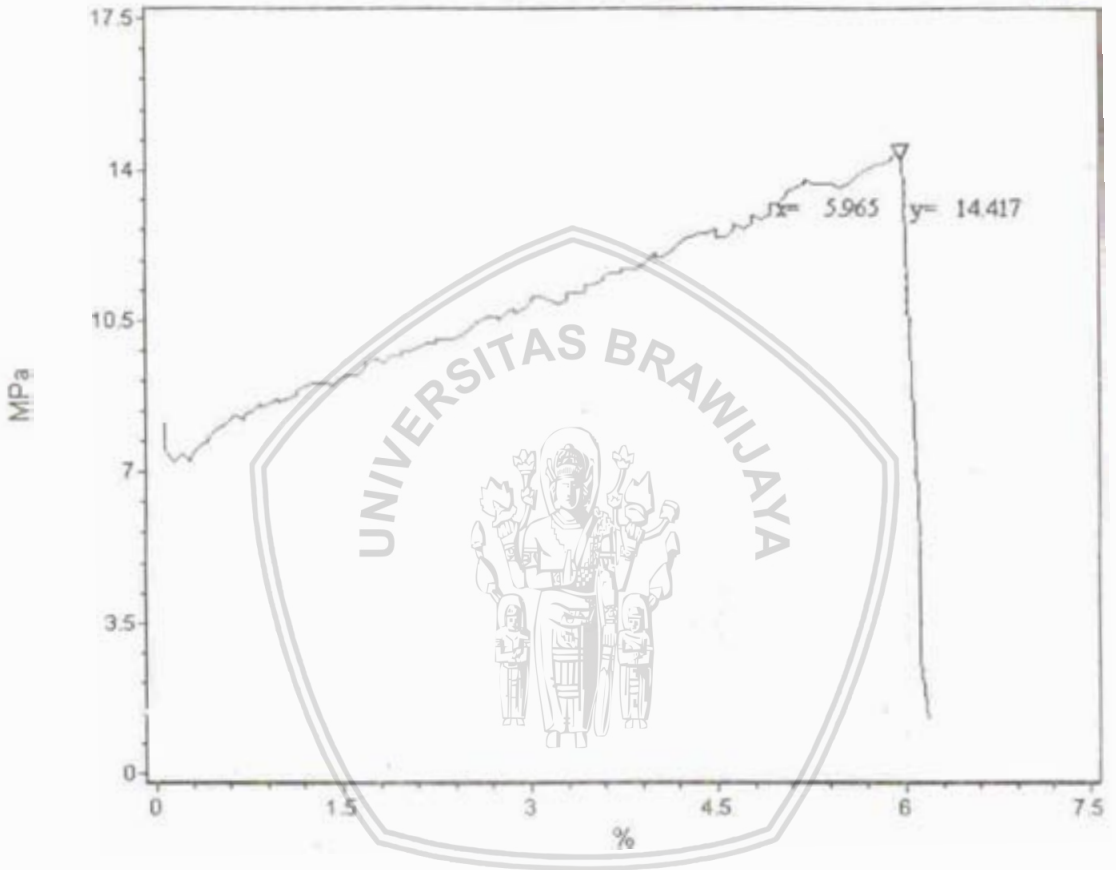
Test Date: 11/05/20

No.02

repository.ub.ac.id

SPECIMEN	Area mm ²	*a Force Newton	Tensile Strength MPa	%
30% F(50%kayu+50%knf)	52.00	749.70	14.42	6.11

02-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Basuki Widodo
TUNAS.

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



TEST REPORT

no.: 03

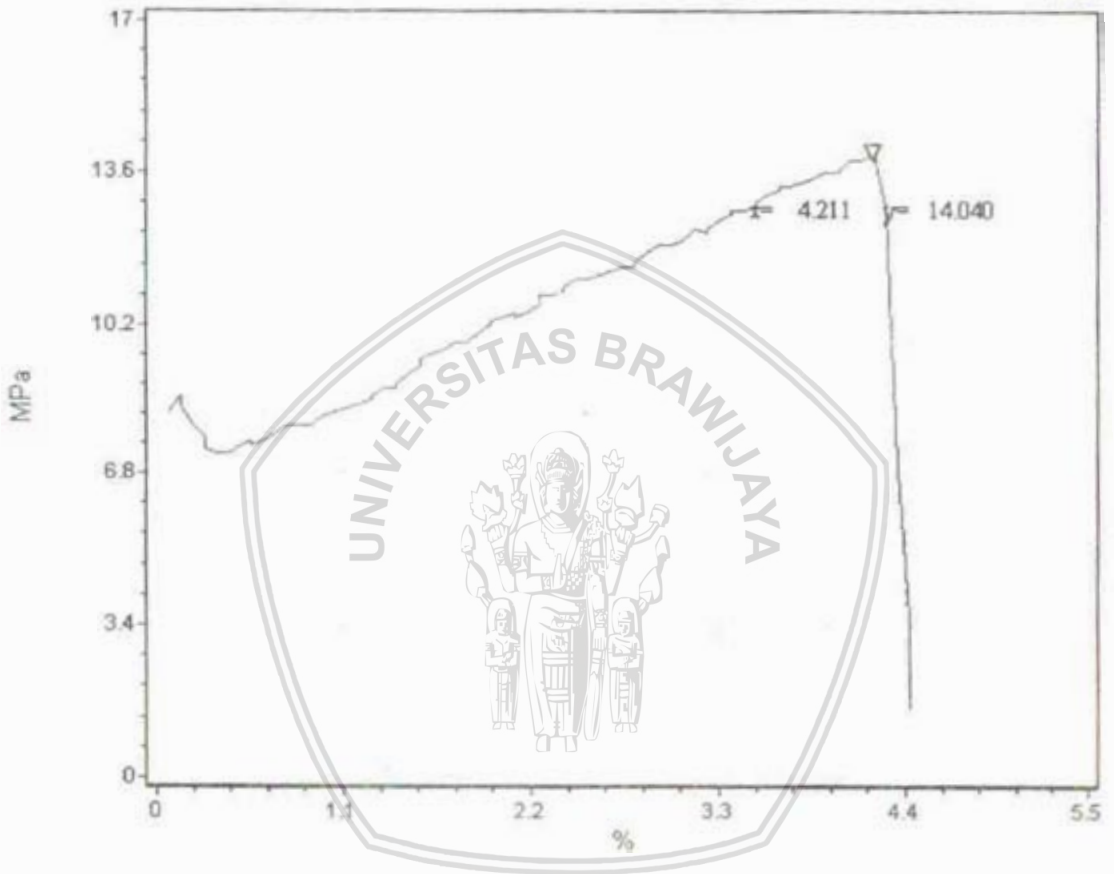
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
30% F(50%kayu+50%knf)	52.00	730.10	14.04	4.42

03-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Abdij
YUNUS

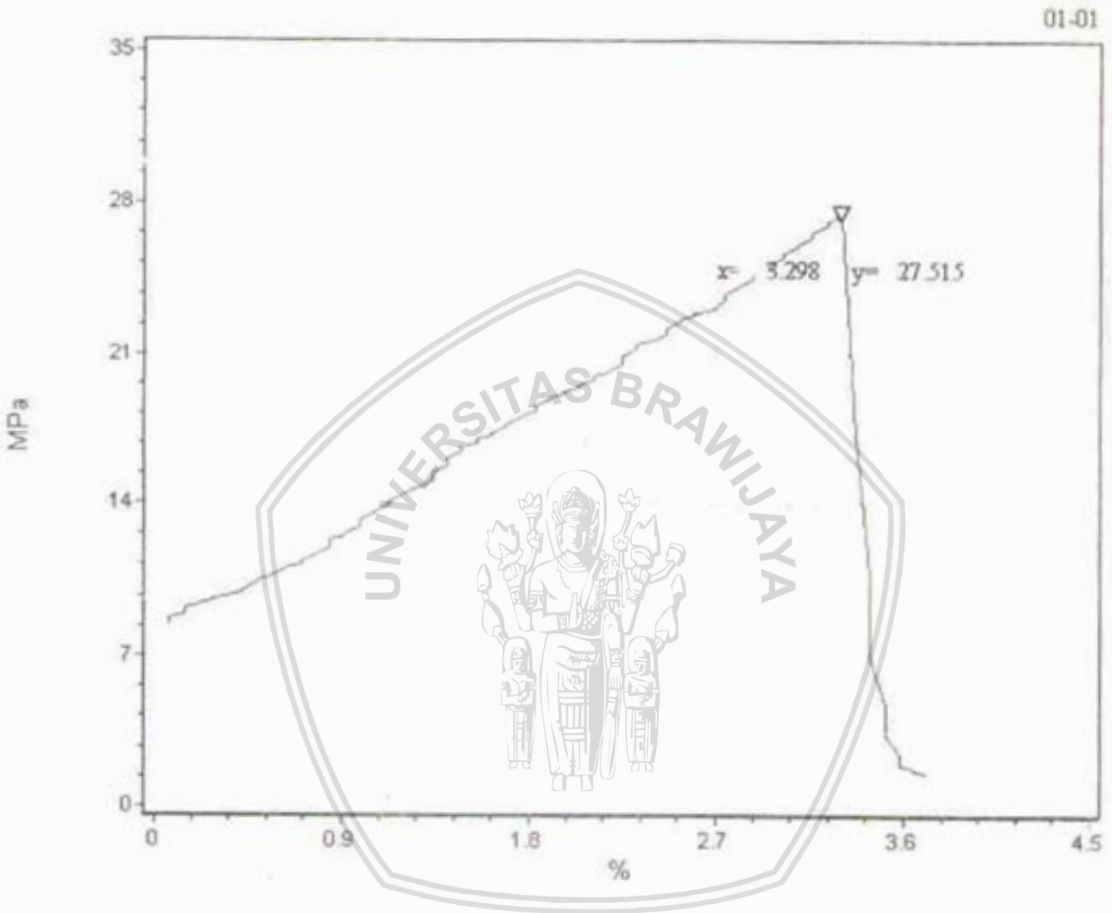
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongatic %
45 %filler(0%kayu+100%ken	52.00	1430.80	27.52	3.65



Kepala Laboratorium :

Assisten:

IS, EL Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

Yunus
YUNUS

TEST REPORT

No.02

Test Description : Tensile

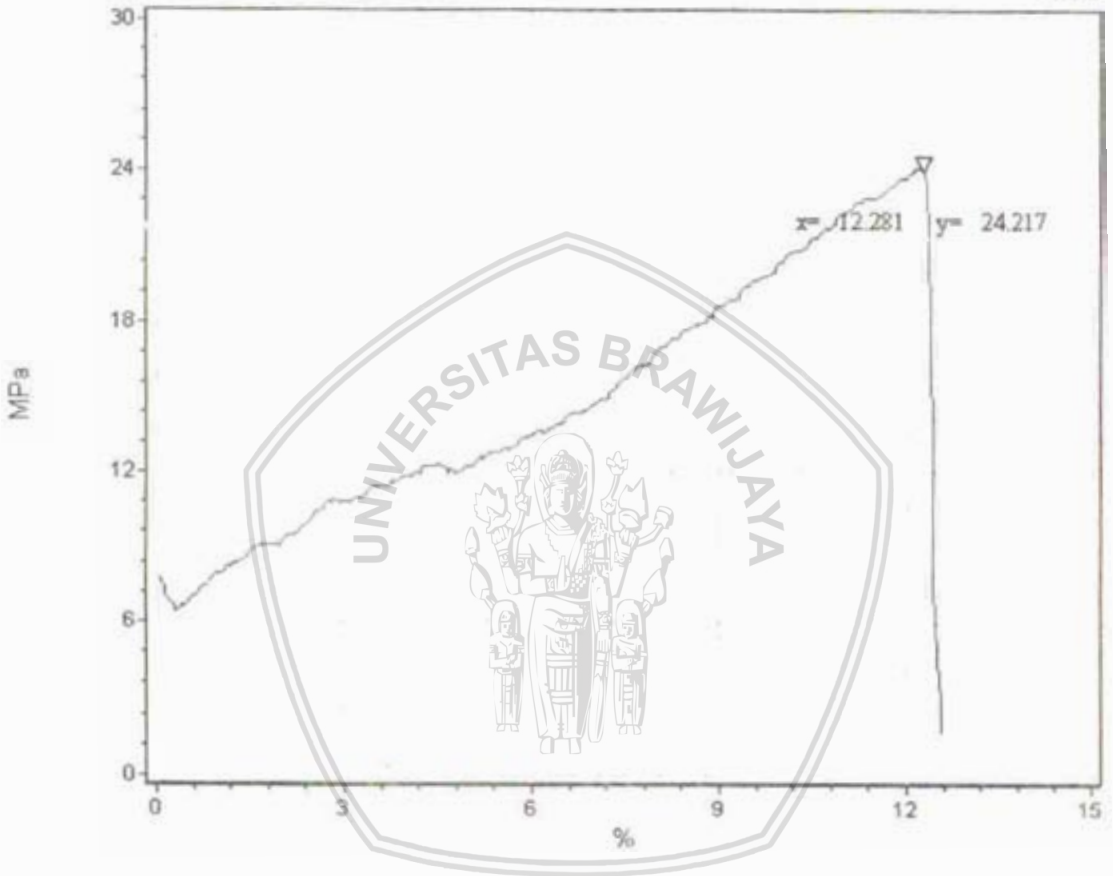
Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/21

repository.ub.ac.id

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongatic %
45% F(0%kayu+100%knf)	52.00	1259.30	24.22	12.56

02-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP. Y. 1018100037

UNIVERSITAS
BRAWIJAYA



TEST REPORT

No.: 03

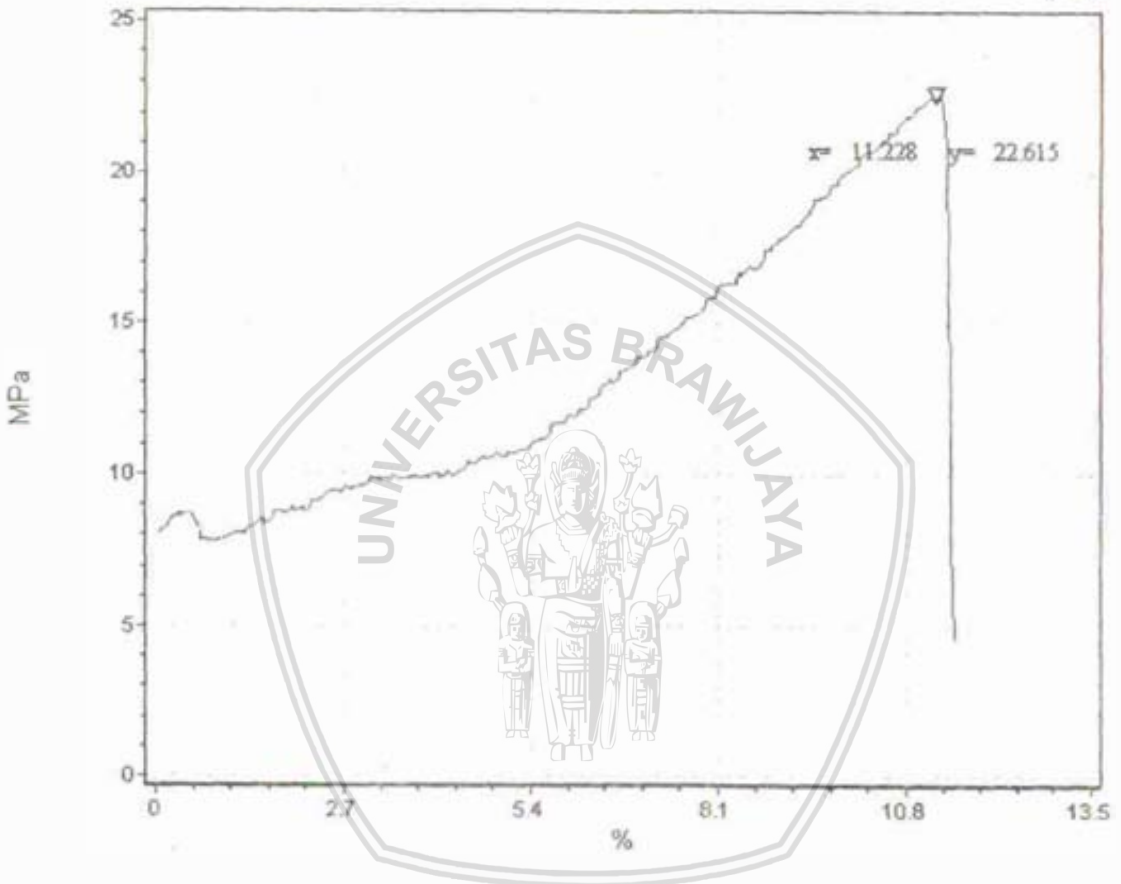
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongatic %
45%F(0%kayu+100knf)	52.00	1176.24	22.62	11.44

03-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018160037

[Handwritten Signature]
TUNUS.

TEST REPORT

No.: 01

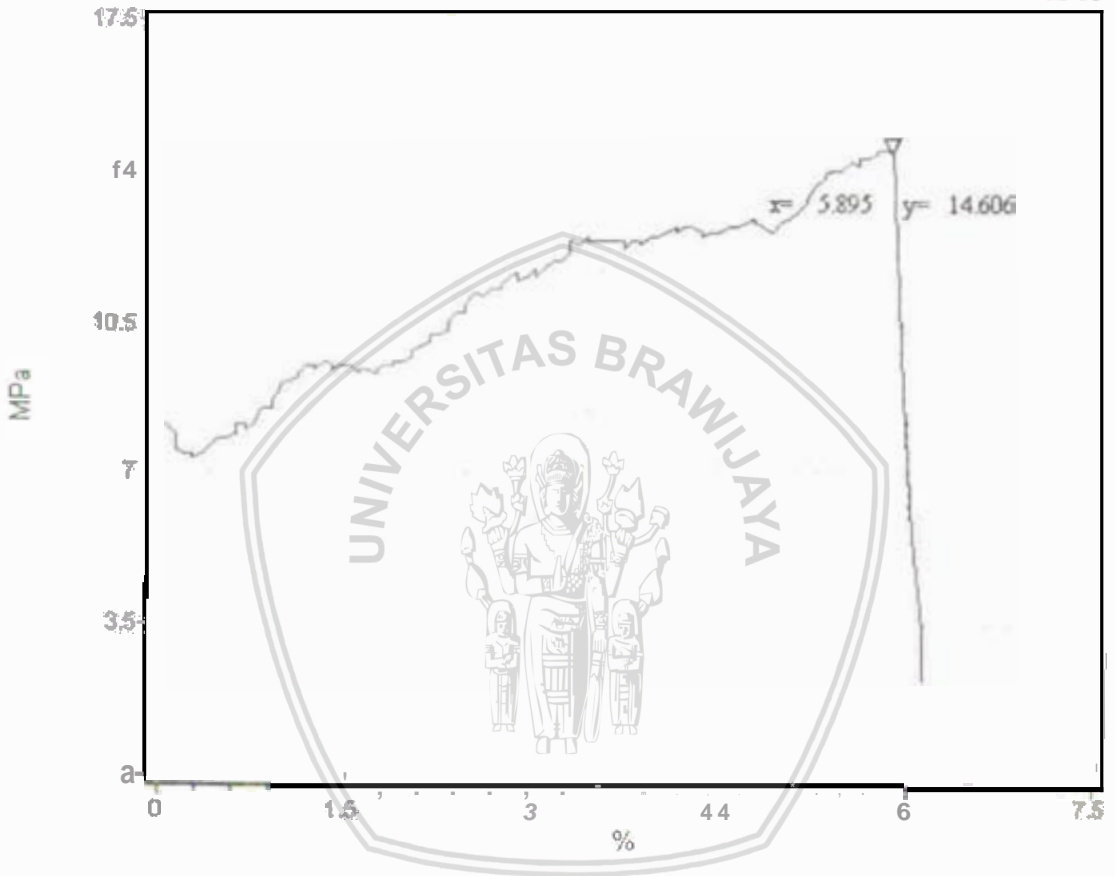
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
45% F(25%kayu+75%knf)	52.00	759.50	14.61	6.11

01-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

Abif
TUNUS

TEST REPORT

No.: 02

Test Description : Tensile

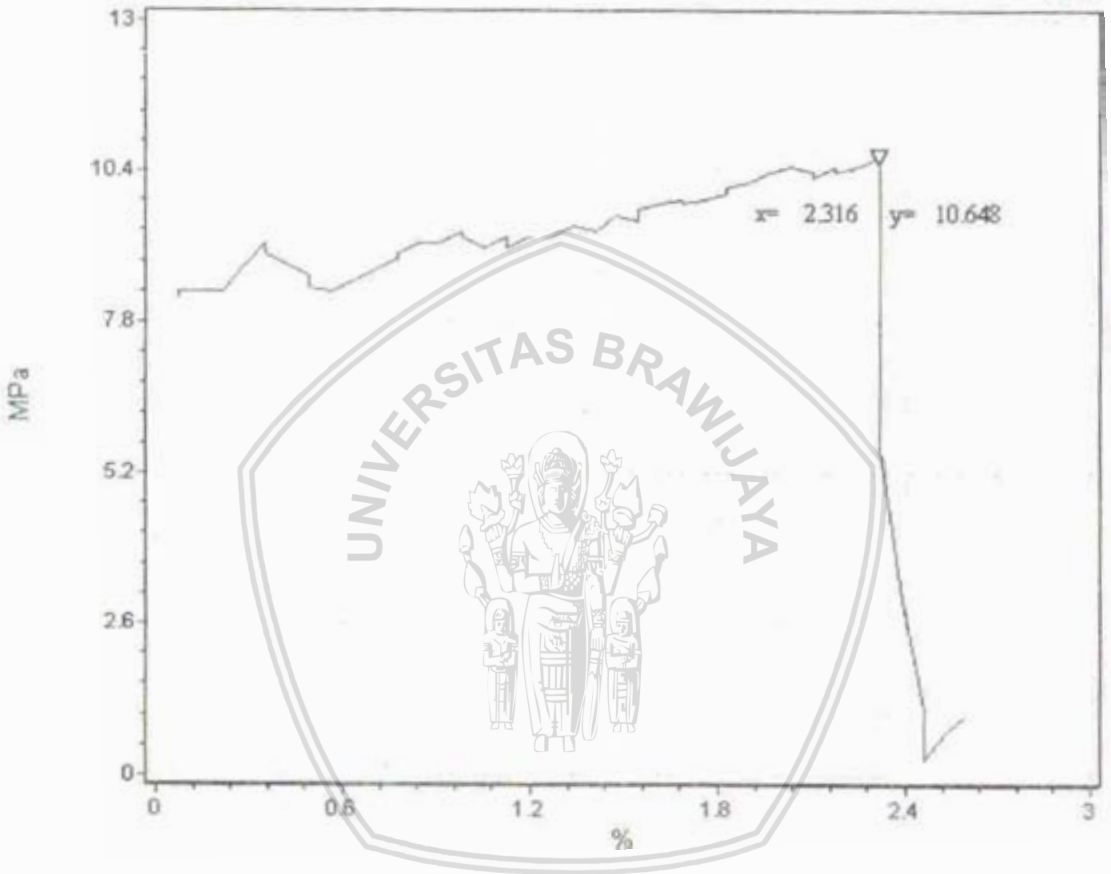
Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2011

repository.ub.ac.id

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongat %
45% F(25%kayu+75%knf)	52.00	553.70	10.65	2.53

02-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

Yunus.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

TEST REPORT

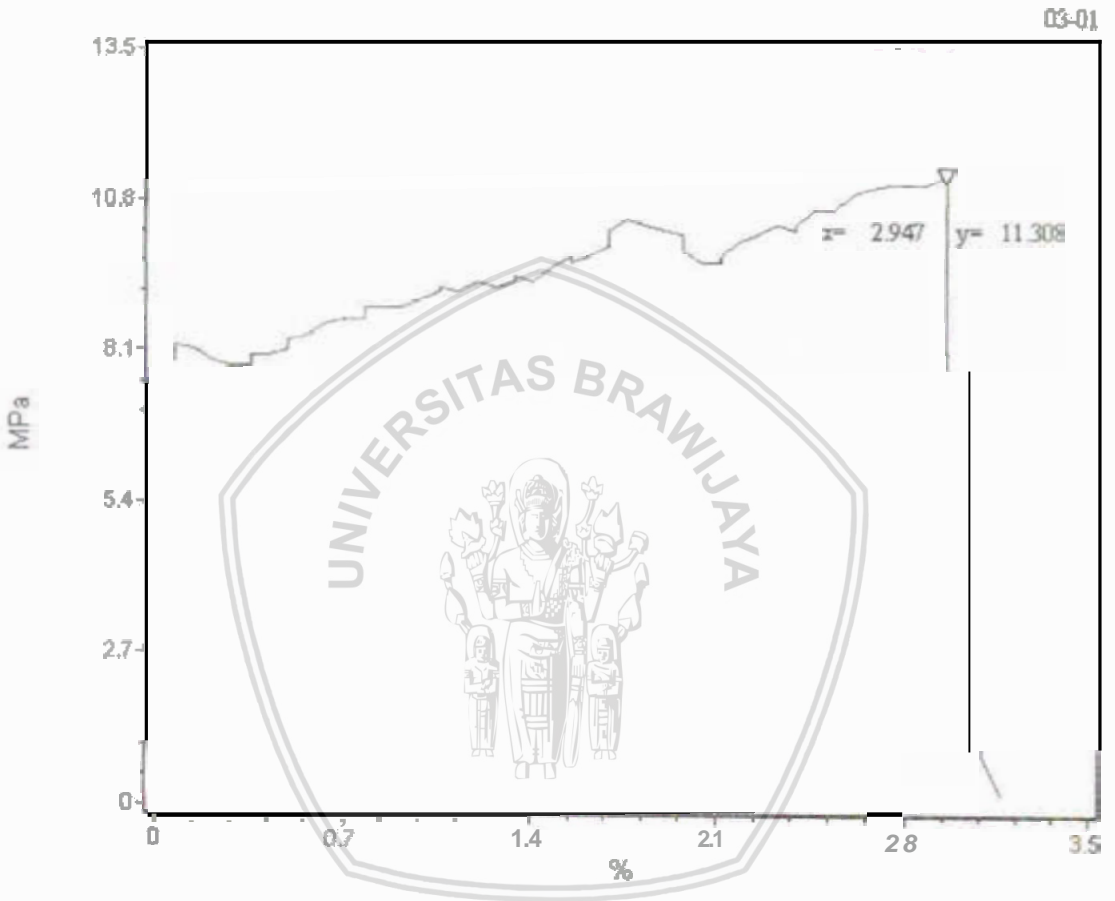
Test No: 03

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elonga %
45% F(25%kayu+75%knf)	52.00	588.00	11.31	3.09



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

YUNIC
YUNIC

TEST REPORT

No. 01

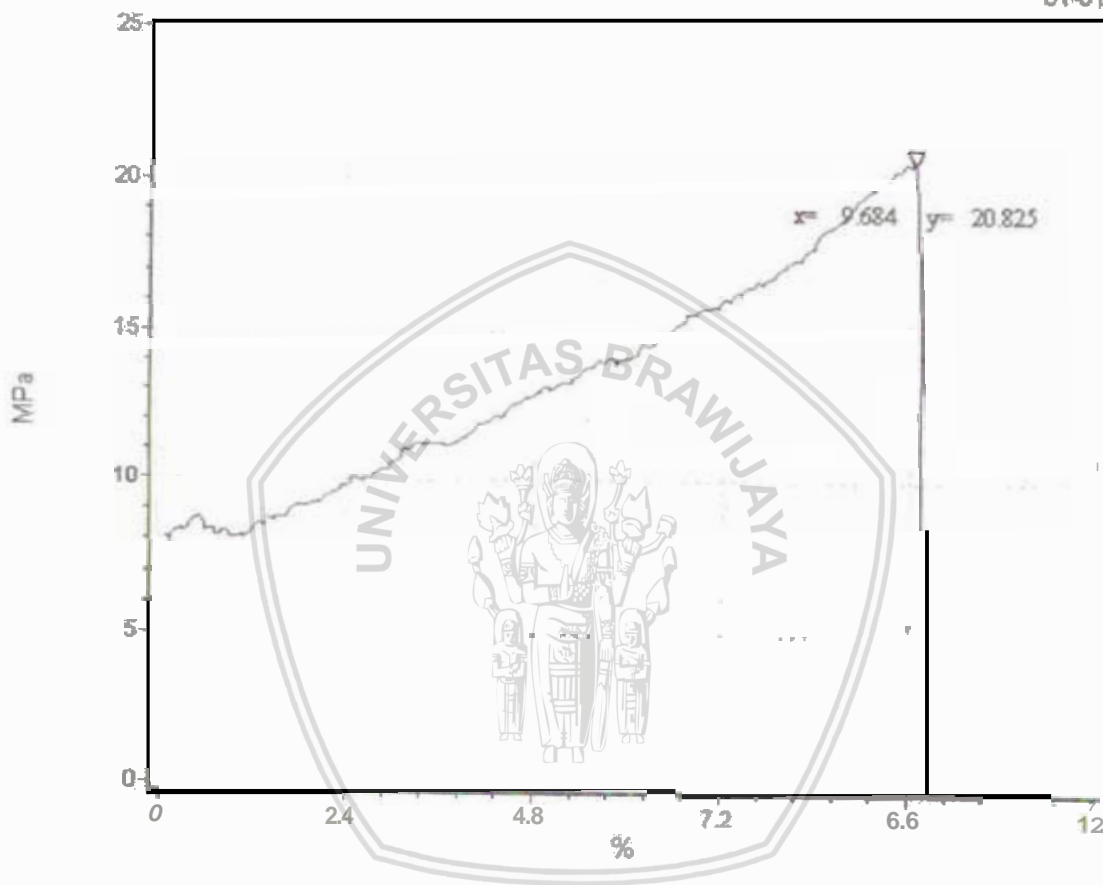
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	$A m^2$ mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
60% F(0%kayu+100%knf)	52.00	1082.90	20.83	10.18

01-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037

[Handwritten Signature]
TUNAS



TEST REPORT

No.: 02

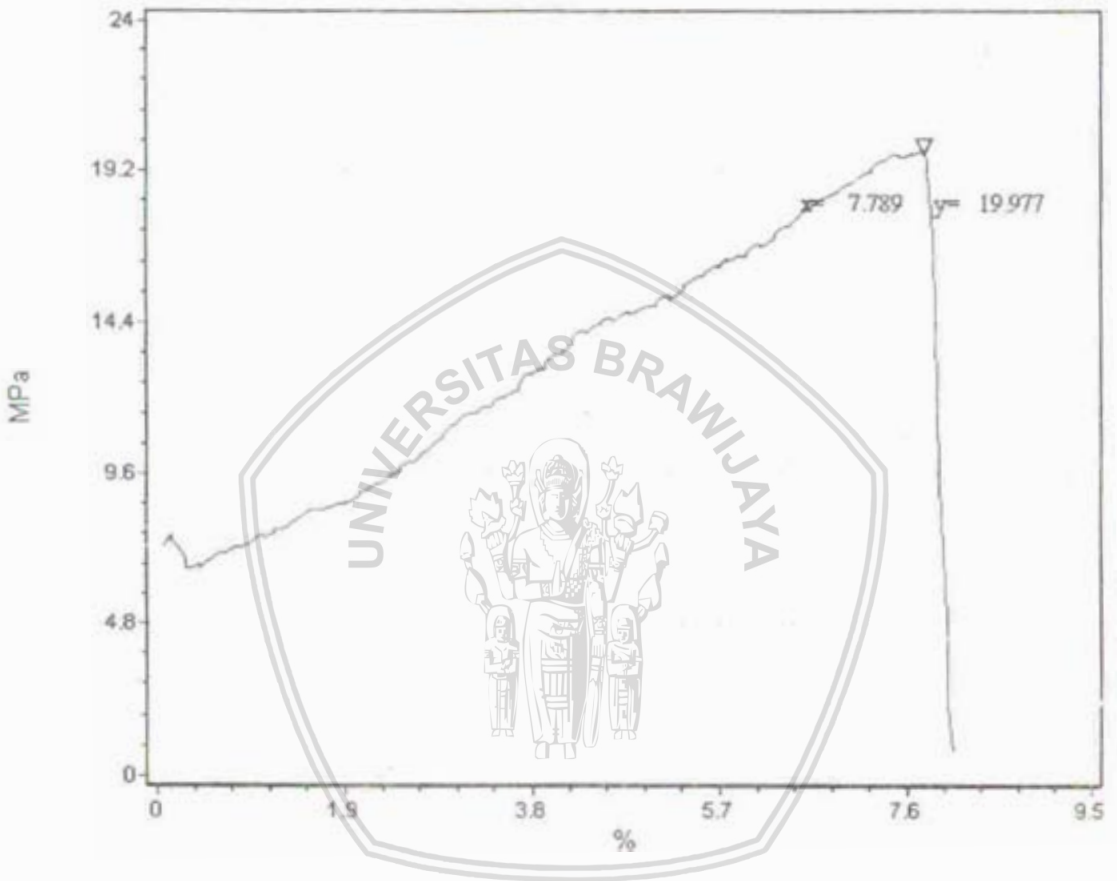
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/20

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
60% F(0%0kayu+100%knf)	52.00	1038.80	19.98	8.00

02-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIPY.1018100037

Adiif
Yunus.

TEST REPORT

No: 03

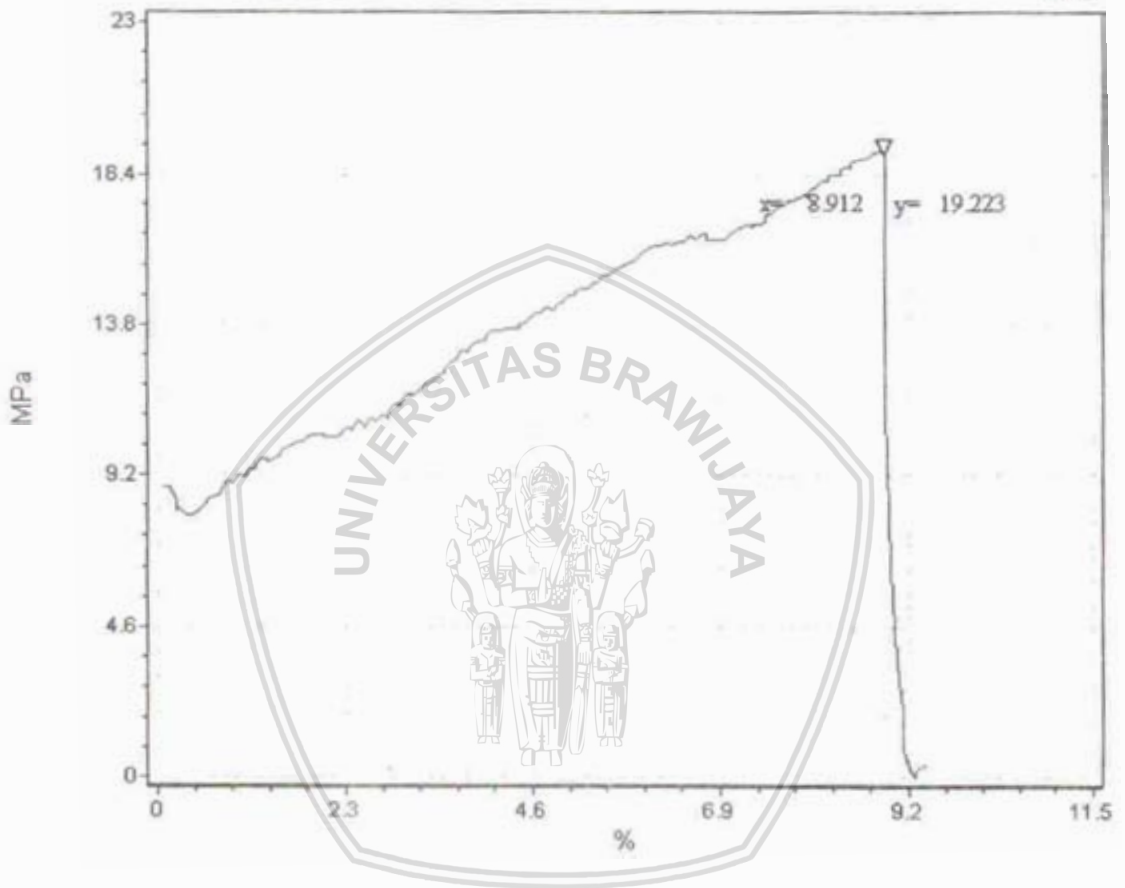
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elonga %
60% F(0%0kayu+100%knf)	52.00	999.60	19.22	9.4

03-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIPY . 1018100037

Adif
YUNUS

TEST REPORT

No.: 01

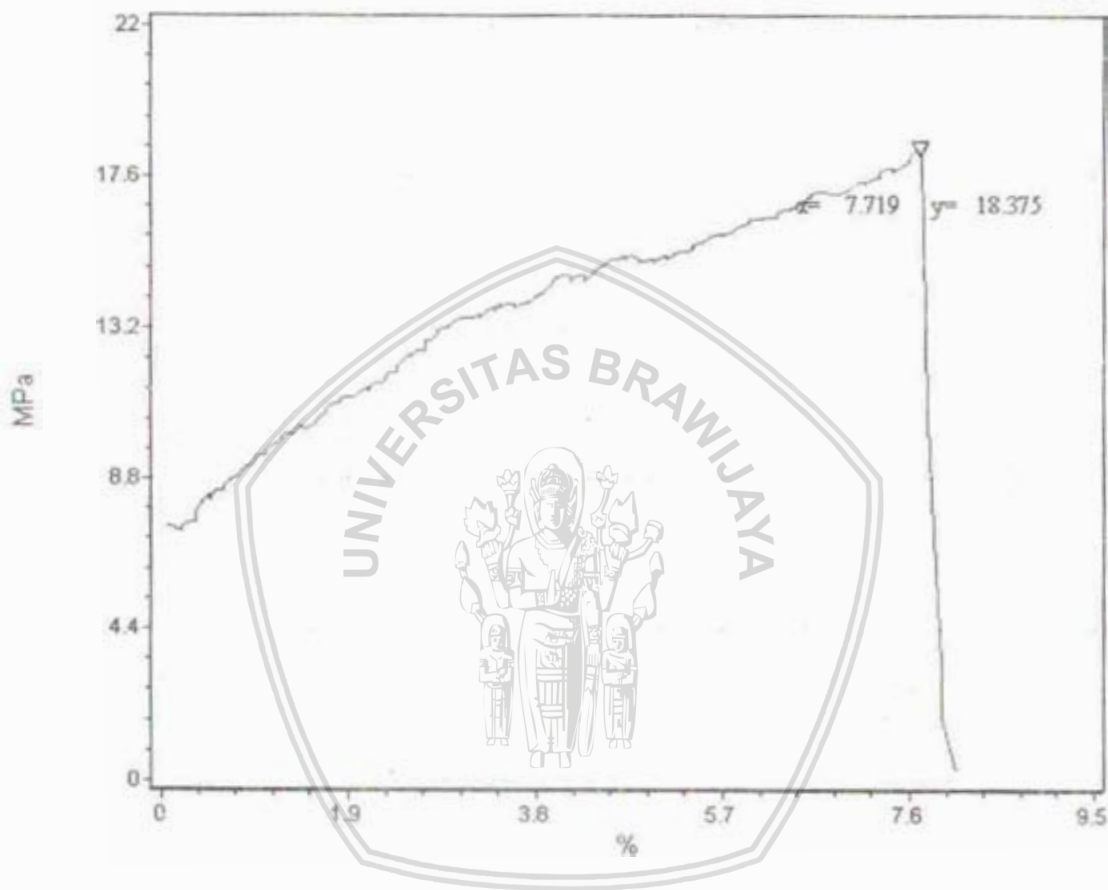
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elonga %
75%F(0%kayu+100knf)	52.00	955.50	18.38	8.00

01-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Yunus
YUNUS



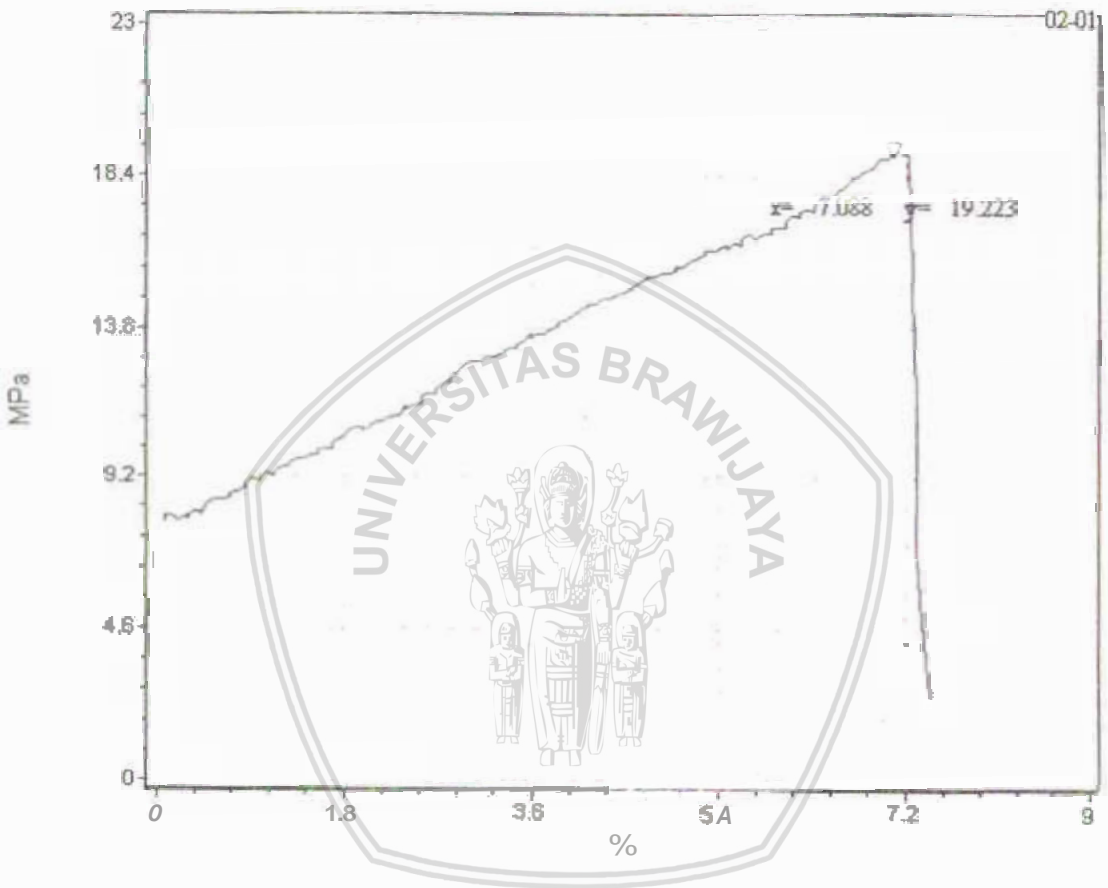
TEST REPORT

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
75% F(0%okayu+100%knf)	52.00	999.60	19.22	7.37



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT
NIP Y. 1018100037


YUNUS

TEST REPORT

03

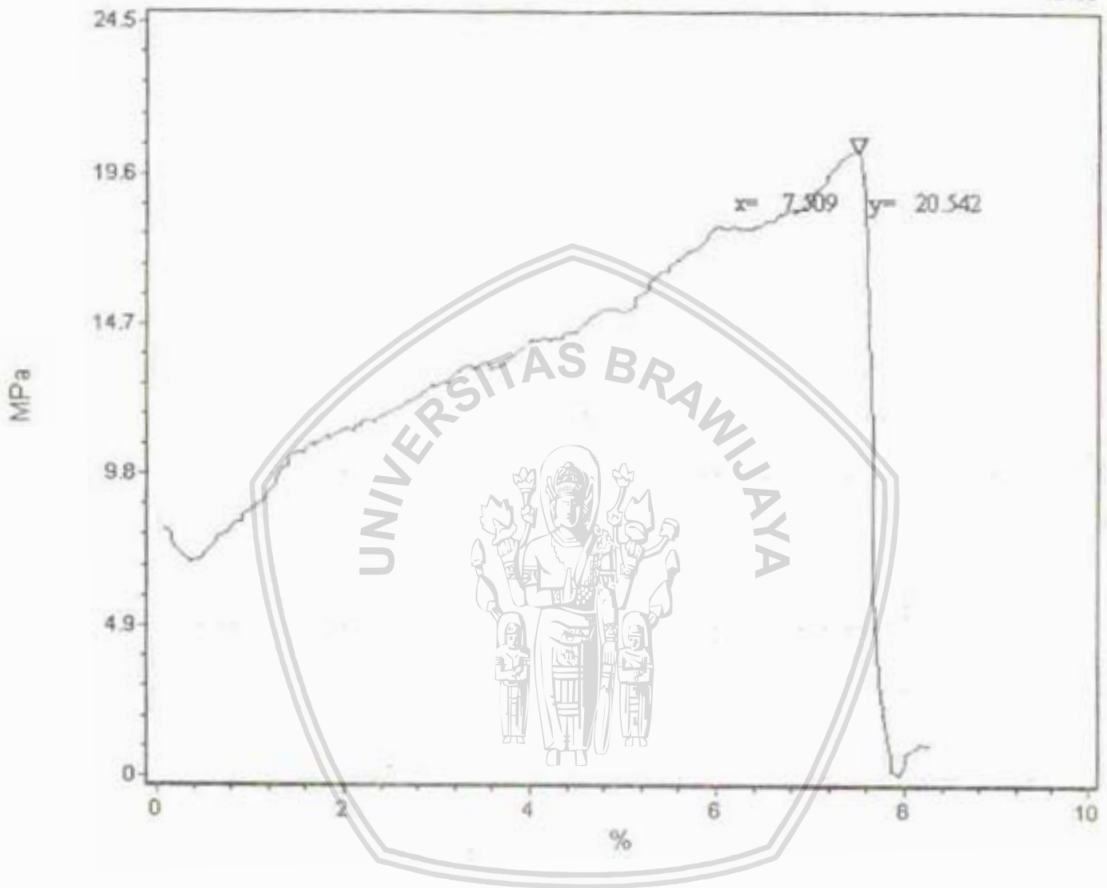
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 11/05/2

SPECIMEN	Area mm ²	Max. Force Newton	Tensile Strength MPa	Elongati %
75% F(0%0kayu+100%knf)	52.00	1068.20	20.54	8.21

03-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

Ir. H. Basuki Widodo, MT

NIP Y. 1018100037

Handwritten signature
TUNUS



LAMPIRAN a
Data hasil pengujian impact

Data Hasil Pengujian Impact dengan Fraksi Volum Total Filler 0 %

SK : SKf (%)	β	α_0	α	F ₀	A ₀ (Kgf.mm)	F (Kgf.mm)	A (Kgf.mm)	A _k (Kgf.mm/mm ²)
0 : 100	90	4.9	5.1	80	1280.07787	1230.0037	50.074182	0.625927271
	90	4.9	5	80	1255.0427	1230.0037	25.039002	0.31298753
	90	4.9	5.2	80	1305.10915	1230.0037	75.105462	0.938818271
	90	4.9	6.2	80	1555.19072	1230.0037	325.18703	4.064837862
	90	4.9	5.4	80	1355.15971	1230.0037	125.15802	1.564450233
Rata-rata	90	4.9	5.38	80	1350.11603	1230.0037	120.11234	1.501404233

Data Hasil Pengujian Impact dengan Fraksi Volum Total Filler 15 %

SK : SKf (%)	β	α_0	α	F ₀	A ₀ (Kgf.mm)	F (Kgf.mm)	A (Kgf.mm)	A _k (Kgf.mm/mm ²)
0 : 100	90	4.9	6	80	1505.20987	1230.0037	275.20618	3.440077223
	90	4.9	5.2	80	1305.10915	1230.0037	75.105462	0.938818271
	90	4.8	5.2	80	1305.10915	1204.9609	100.14821	1.251852636
	90	4.8	5	80	1255.0427	1204.9609	50.081752	0.626021895
	90	4.8	5	80	1255.0427	1204.9609	50.081752	0.626021895
Rata-rata	90	4.84	5.28	80	1325.10271	1214.978	110.12467	1.376558384
25 : 75	90	4.9	5	80	1255.0427	1230.0037	25.039002	0.31298753
	90	4.9	5	80	1255.0427	1230.0037	25.039002	0.31298753
	90	4.8	5.2	80	1305.10915	1204.9609	100.14821	1.251852636
	90	4.8	5	80	1255.0427	1204.9609	50.081752	0.626021895
	90	4.8	5	80	1255.0427	1204.9609	50.081752	0.626021895
Rata-rata	90	4.84	5.04	80	1265.05599	1214.978	50.077944	0.625974297

25 : 75	90	4.8	4.9	80	1230.00369	1204.9609	25.042749	0.313034365
	90	4.6	5.1	80	1280.07787	1154.8645	125.21338	1.565167057
	90	4.6	5	80	1255.0427	1154.8645	100.17819	1.252227315
Rata-rata	90	4.666667	5	80	1255.04142	1171.5633	83.4781	1.043476246
50 : 50	90	4.8	4.9	80	1230.00369	1204.9609	25.042749	0.313034365
	90	4.6	4.9	80	1230.00369	1154.8645	75.139183	0.939239786
	90	4.6	4.9	80	1230.00369	1154.8645	75.139183	0.939239786
	90	4.6	5.8	80	1455.21068	1154.8645	300.34617	3.754327114
Rata-rata	90	4.65	5.125	80	1286.30544	1167.3886	118.91682	1.486460262

Data Hasil Pengujian Impact dengan Fraksi Volum Total Filler 45 %

SK : SKf (%)	β	α_0	α	F ₀	A ₀ (Kgf.mm)	F (Kgf.mm)	A (Kgf.mm)	Ak (Kgf.mm/mm ²)
0 : 100	90	4.8	4.9	80	1230.00369	1204.9609	25.042749	0.313034365
	90	4.8	4.9	80	1230.00369	1204.9609	25.042749	0.313034365
	90	4.8	4.9	80	1230.00369	1204.9609	25.042749	0.313034365
Rata-rata	90	4.8	4.9	80	1230.00369	1204.9609	25.042749	0.313034365
25 : 75	90	4.8	4.9	80	1230.00369	1204.9609	25.042749	0.313034365
	90	4.8	4.9	80	1230.00369	1204.9609	25.042749	0.313034365
	90	4.8	4.85	80	1217.48278	1204.9609	12.521838	0.156522977
	90	4.8	4.84	80	1214.97849	1204.9609	10.017544	0.125219305
Rata-rata	90	4.8	4.8725	80	1223.11716	1204.9609	18.15622	0.226952753

Data Hasil Pengujian Impact dengan Fraksi Volum Total Filler 60 %

SK : SKf (%)	β	α_0	α	Fo	Ao (Kgf.mm)	F (Kgf.mm)	A (Kgf.mm)	Ak (Kgf.mm/mm ²)
0 : 100	90	4.7	4.8	80	1204.96094	1179.9145	25.04642	0.313080246
	90	4.7	4.8	80	1204.96094	1179.9145	25.04642	0.313080246
	90	4.7	4.8	80	1204.96094	1179.9145	25.04642	0.313080246
Rata-rata	90	4.7	4.8	80	1204.96094	1179.9145	25.04642	0.313080246

Data Hasil Pengujian Impact dengan Fraksi Volum Total Filler 75 %

SK : SKf (%)	β	α_0	α	Fo	Ao (Kgf.mm)	F (Kgf.mm)	A (Kgf.mm)	Ak (Kgf.mm/mm ²)
0 : 100	90	4.8	6	80	1505.20987	1204.9609	300.24893	3.753111588
	90	4.8	5	80	1255.0427	1204.9609	50.081752	0.626021895
	90	4.8	4.87	80	1222.49126	1204.9609	17.530314	0.21912893
Rata-rata	90	4.8	5.29	80	1327.58127	1204.9609	122.62033	1.532754138

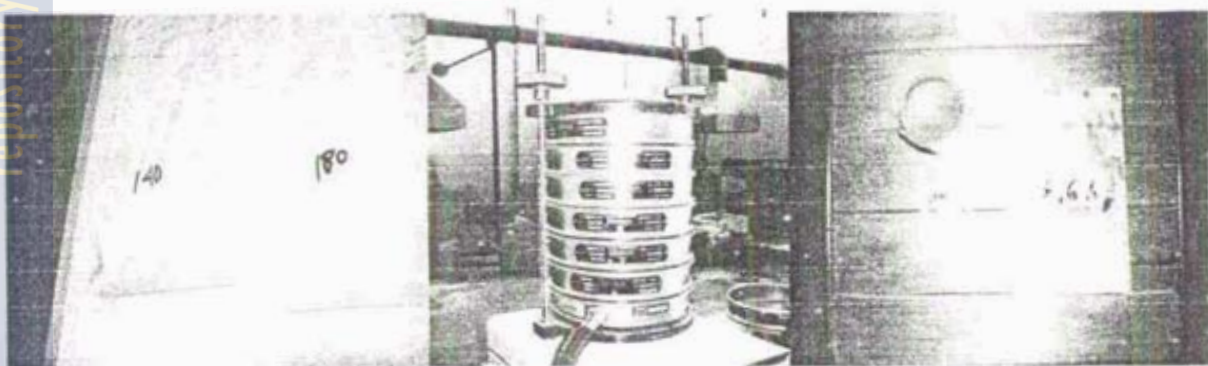
Keterangan :

Radius Lintasan, R	600 mm
Berat Pendulum, G	24 kg
Luas Penampang Spesimen, Fo	80 mm ²
Sudut Awal, β	90°

LAMPIRAN 3

FOTO KEGIATAN PENELITIAN

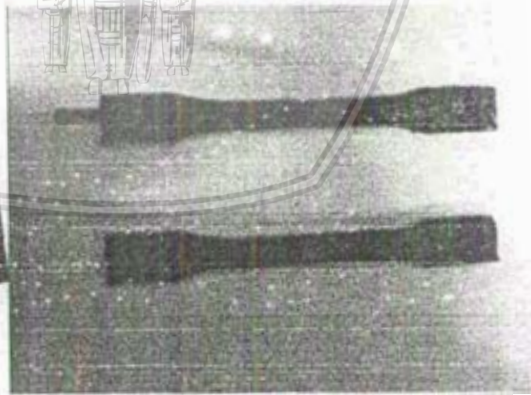
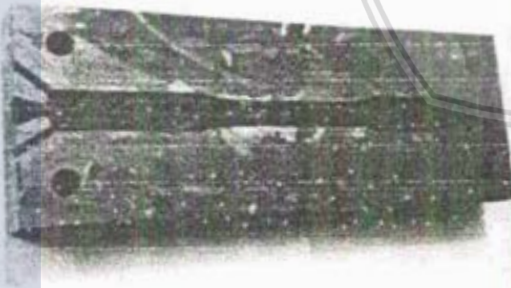
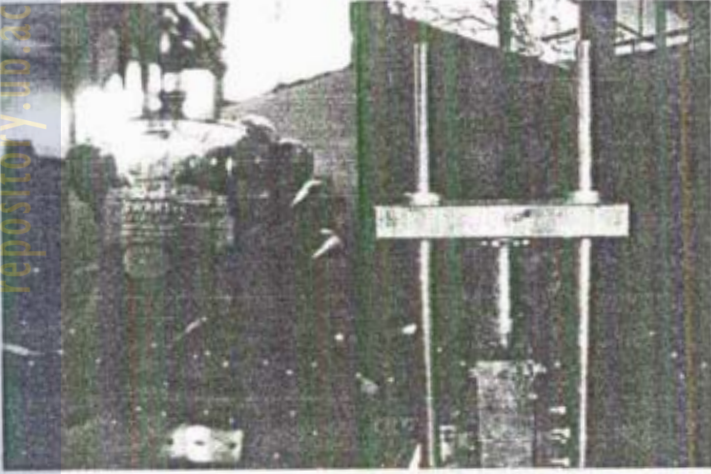
BAHAN DAN PROSES SCREENING



PROSES PERENCANAAN CETAKAN



PROSES PENCETAKAN DAN HASIL



PROSES PENGUJIAN

