

**STUDI KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK CAMPURAN
SERBUK Gergaji dan Serbuk Amplas Kayu Jati
dengan Lem *EPOXY* sebagai Bahan Perbaikan
Kayu**

***COMPRESSION AND TENSION STUDY ON SAWDUST AND SAND PAPER
TEAK WOOD WITH EPOXY GLUE AS A WOOD PATCHING MATERIAL***

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

URIP PRAYITNO I 1108537

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

commit to user **2012**

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hutan merupakan kekayaan alam yang sangat potensial di Indonesia. Salah satu dari hasil hutan tersebut adalah kayu. Kayu tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, dan kebutuhannya selalu meningkat dari tahun ke tahun. Keberadaan kayu di Indonesia dewasa ini menghadapi tantangan yang cukup berat dengan adanya ketimpangan antara kebutuhan bahan baku industri dengan kemampuan produksi kayu secara berkesinambungan sehingga membuat kayu menjadi langka dan harganya menjadi semakin mahal. Kayu merupakan salah satu bahan konstruksi yang mempunyai berat jenis ringan dan proses pengerjaannya dapat dilakukan dengan peralatan yang sederhana. Penggunaan kayu kini telah meluas dalam berbagai fasilitas manusia baik itu dalam skala besar maupun kecil. Dalam hal ini terutama ditekankan pada penggunaan kayu di bidang teknik sipil, seperti untuk bangunan gedung atau perumahan sebagai bahan utama maupun pelengkap.

Menurut Badan Inventarisasi dan Tata Guna Hutan, Departemen Kehutanan, di Indonesia terdapat 3124 jenis kayu yang terdiri dari kayu komersial, non komersial, maupun jenis kayu budidaya. Luas hutan rakyat di Indonesia adalah 1.568.415,63 Ha dengan potensi 39.416.557 m³ (Ditjen BPK, 2005). Jumlah pohon siap tebang 78.485.993 atau potensi produksi 19.621.480 m³ (dengan asumsi volume 0,25 m³/pohon). Hutan rakyat yang terkonsentrasi di pulau Jawa potensinya sekitar 23.578.787 m³ terdiri dari jenis akasia, bambu, jati, mahoni, pinus, sengon, sonokeling dan tisuk. Jumlah pohon siap tebang diperkirakan 77.214.541 pohon atau 19.303.480 m³.

Kayu memiliki sifat dan karakteristik yang unik sehingga membuat kayu menjadi bahan yang paling banyak digunakan untuk keperluan konstruksi. Potensi hutan

yang terus berkurang menuntut penggunaan kayu secara efisien dan bijaksana, antara lain dengan memanfaatkan limbah berupa serbuk kayu menjadi produk yang bermanfaat. Dalam proses pengerjaan material kayu seperti pada proses penggergajian, proses pemasahan dan proses pengamplasan banyak menghasilkan material baru yang sering disebut dengan limbah kayu, limbah kayu masih memiliki nilai bila diolah menjadi material baru yang bisa digunakan. penggunaan limbah kayu bisa kita jumpai disekitar kita misalnya pada industri *furniture*, papan board, briket atau bahan bakar.

Di Indonesia industri penggergajian kayu menghasilkan limbah yang berupa serbuk gergaji 10,6% dari jumlah bahan baku yang digunakan (Setyawati, 2003). Jika produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2,6 juta m³ pertahun (Forestry Statistics of Indonesia 1997/1998 dalam Pari, 2002), maka ada sekitar 275.600 m³ serbuk gergaji yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan perbaikan.

Kayu yang bermutu baik dapat mengalami penurunan kualitas, terutama dari segi kekuatan kayu. Ada beberapa hal yang dapat menyebabkan kekuatan kayu menjadi berkurang diantaranya adalah faktor umur, faktor biotis dan faktor abiotis. Faktor biotis merupakan kerusakan pada kayu karena faktor alam seperti cuaca, suhu, angin, air tanah, kelembaban dan pengaruh dari lapisan pelindung yang terdapat pada bagian luar kayu. Sedangkan faktor abiotis adalah kerusakan kayu yang terjadi karena serangan rayap, bakteri, jamur dan serangga perusak lainnya. Jenis kerusakan yang terjadi akan menentukan material dan metode apa yang tepat untuk perbaikan kayu, ada beberapa teknik atau metode yang sering digunakan untuk memperbaiki kayu diantaranya perekatan, pengisian lubang serangga, penambalan, injeksi, penyambungan, penyelarasan warna (kamufase), konsolidasi, pengawetan, pelapisan permukaan (coating) dan pelapisan permukaan yang kedap air.

Teknik atau metode yang sesuai untuk mengaplikasikan material perbaikan kayu dalam penelitian ini adalah teknik penambalan atau teknik kamufase. Teknik penambalan dilakukan dengan ~~target~~ ^{tujuan} untuk menambal lubang diseluruh

permukaan kayu yang cacat/berlubang, baik itu bekas serangga maupun bekas perbaikan sebelumnya, teknik ini dilakukan dengan cara mencampur serbuk kayu dan lem.

Syarat-syarat material yang digunakan untuk penambalan (*patching*) diantaranya cepat mengeras, mampu menyatu atau melekat erat dengan kayu yang akan di-*patching*, memiliki sifat mudah dikerjakan, tidak mengurangi kekuatan kayu setelah dilakukan *patch repair*, dan tidak terjadi susut. *Patching material* yang digunakan harus mempunyai hasil perbaikan yang tahan lama (*durable*) dan metode untuk perbaikan juga harus mudah diaplikasikan, Selain itu harganya relatif murah.

Dari pembahasan diatas, penelitian ini akan mencoba membuat campuran dari material serbuk gergaji kayu jati dan serbuk amplas kayu jati dengan matrik lem *epoxy* untuk bahan perbaikan (*patching*) kayu yang mengalami kerusakan ringan, dengan harapan kayu-kayu yang rusak namun masih bisa digunakan tidak terbuang percuma dan dapat mengurangi kebutuhan akan kayu mengingat persediaan kayu di alam semakin berkurang. Pada penelitian ini juga akan mencari berapakah nilai kuat tekan dan kuat tarik dari material *patching* tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang diatas adalah :

- a. Pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu jati dan serbuk amplas kayu jati untuk perbaikan kayu yang memiliki kerusakan ringan dengan matrik lem *epoxy*.
- b. Memberi alternatif bahan untuk perbaikan kayu yang memiliki kerusakan yang ringan sehingga kebutuhan akan kayu bisa sedikit berkurang.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah: *commit to user*

- a. Mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik dari sampel campuran.
- b. Bagaimana pengaruh penambahan variasi kadar *hardener* terhadap nilai kuat tekan dan kuat tarik benda uji.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Serbuk gergaji dan sisa amplasan kayu yang digunakan berasal dari kayu jati.
- b. Matrik untuk membuat campuran dalam penelitian ini adalah lem *epoxy* (Merk MR, yang terdiri dari *resin* dan *hardener*.)
- c. Penelitian ini hanya menguji kuat tekan dan kuat tarik dari campuran.
- d. Benda uji untuk pengujian kuat tekan berbentuk kubus dan benda uji untuk pengujian kuat tarik berbentuk sampel dengan standar uji tarik kayu.
- e. Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan dan kuat tarik sample adalah *Universal Testing Machine* (UTM) yang berada di laboraturium Bahan Jurusan Teknik Sipil untuk uji tekan dan *Universal Testing Machine* (UTM) yang berada pada laboraturium Material Jurusan Teknik Mesin untuk uji tarik.
- f. Meterial *patching* yang dihasilkan hanya untuk perbaikan kayu yang memiliki kerusakan yang ringan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Dapat mengetahui campuran yang tepat untuk keperluan perbaikan (*patching*) kayu.
- b. Memberikan alternatif atau petunjuk praktis penggunaan campuran dilapangan untuk keperluan penambalan (*patching*) kayu yang memiliki kerusakan ringan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tinjauan Umum

Metode penelitian merupakan langkah-langkah penelitian suatu masalah, kasus, gejala atau fenomena tertentu dengan cara ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan langsung untuk mendapatkan data atau hasil yang menghubungkan antara variabel-variabel yang diselidiki. Metode eksperimen dapat dilakukan di dalam maupun di luar laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di dalam laboratorium, yaitu di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil untuk uji tekan dan Laboratorium Material dan Bahan Jurusan Teknik Mesin untuk uji tarik.

Pemecahan masalah pada penelitian ini dengan cara statistik, yaitu dengan urutan kegiatan dalam memperoleh data hingga data tersebut dapat digunakan sebagai dasar pembuatan keputusan. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan diantaranya adalah proses pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan cara pengambilan keputusan secara umum berdasarkan hasil penelitian.

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. UTM (*Universal Testing Machine*)

Universal Testing Machine (UTM) digunakan untuk menguji kuat tarik, kuat tekan suatu bahan. Alat ini menggunakan sistim hidrolis untuk memberikan gaya pada benda uji. Pada penelitian ini *Universal Testing Machine* (UTM)

commit to user

digunakan untuk menguji kuat tarik dan kuat tekan sampel. *Universal Testing Machine* (UTM) dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. *Universal Testing Machine (UTM)*

- b. Disamping alat-alat uji utama tersebut digunakan peralatan pembantu sebagai berikut:
- 1) Timbangan,
 - 2) Oven dengan kapasitas 200°C,
 - 3) Gelas ukur,
 - 4) Bekisting,
 - 5) Scrap,
 - 6) Pipa Stainless,
 - 7) Alat untuk mencampur material,
 - 8) Gergaji.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah:

- a. Serbuk Gergaji
- b. Serbuk amplas
- c. Lem *epoxy*

3.3. Tahapan Metodologi Penelitian

Tahapan metodologi penelitian merupakan urutan-urutan kegiatan yang dilaksanakan secara sistematis, logis dengan mempergunakan alat bantu ilmiah yang bertujuan untuk memperoleh kebenaran suatu objek permasalahan. Secara garis besar pelaksanaan penelitian dengan tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Tahap I : Tahap persiapan awal.
- b. Tahap II : Tahap pemilihan bahan dan peralatan.
- c. Tahap III : Tahap pemeriksaan kadar air sebelum pengujian.
- d. Tahap IV : Tahap pembuatan benda uji
- e. Tahap V : Tahap pengujian.
- f. Tahap VI : Tahap analisis data dan pembahasan
- g. Tahap VII : Kesimpulan

3.3.1. Tahap Persiapan Awal

Tahap persiapan merupakan tahap untuk mempersiapkan segala sesuatu yang terkait dengan masalah penelitian yang akan dilakukan, baik yang menyangkut peralatan maupun bahan penelitian. Peralatan yang akan digunakan diperiksa sebelumnya untuk mengetahui kelayakan alat dalam pelaksanaan penelitian, dalam tahap ini juga mempersiapkan bekisting.

3.3.2. Tahap Pemilihan Bahan dan Peralatan

Bahan utama penelitian ini adalah serbuk gergaji, serbuk amplas kayu jati dan lem *epoxy*. Peralatan yang digunakan adalah alat uji utama dan peralatan pembantu, seperti yang telah disebutkan di atas.

3.3.3. Pemeriksaan Kadar Air

Serbuk kayu jati yang telah dipilih kemudian ditimbang dengan berat tertentu lalu dikeringkan dengan cara dioven. Tujuan dari proses pengeringan ini adalah untuk

menghilangkan kandungan air dalam serbuk kayu supaya sampel tidak mengalami kembang susut. Setelah dikeringkan serbuk kayu tersebut kemudian ditimbang kembali. Selisih antara berat serbuk sebelum dan sesudah dioven tadi kemudian dibandingkan dengan berat serbuk sebelum dioven, hasil dari pengovenan didapat kadar air yang terkandung dalam serbuk rata-rata adalah 1,8%.

3.3.4. Tahap Pembuatan Benda Uji

Komposisi campuran untuk pembuatan benda uji berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut :

- Untuk satu sampel tekan ukuran $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ dibutuhkan serbuk gergaji sebanyak 30 gram, dan untuk tiap-tiap campuran dibuat sampel sebanyak 3 buah sehingga total serbuk menjadi 90 gram untuk masing-masing *mix design*. Sedangkan untuk sampel tarik jumlah serbuknya bisa didapat dari jumlah serbuk pada sampel tekan
- Digunakan *filler* dari serbuk amplas dengan kadar 25%, 50%, dan 75% dari serbuk gergaji.
- Campuran lem tergantung dari *resin*, yang volumenya menyesuaikan dengan banyaknya komposisi serbuk kayu, dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya 90 gram campuran serbuk gergaji membutuhkan *resin* sebanyak 97 cc agar serbuk tercampur merata, sedangkan penambahan *hardener* sebesar 10 %, 25 % dan 50 % dari *resin* untuk tiap-tiap benda uji.

a. Pembuatan benda uji tekan

Pembuatan benda uji dilakukan dengan metode *Rolling Press Mold* sehingga benda uji tidak diberi beban. Dalam hal ini kami mengambil contoh untuk membuat benda uji dengan kadar *hardener* 25% dan *filler* 25%. Untuk membuat sampel tekan yang berjumlah 3 buah, serbuk kayu yang telah dioven diambil dan ditimbang dengan berat total untuk 3 buah sampel sebanyak 90 gram, dengan perbandingan sebagai berikut: *filler* (serbuk amplas) yang dibutuhkan seberat $25\% \times 90 \text{ gram} = 22,5 \text{ gram}$, dan serbuk gergaji yang diperlukan adalah $90 \text{ gram} - 22,5 \text{ gram} = 67,5 \text{ gram}$. *commit to user*

Setelah mendapat berat serbuk gergaji dan *filler*, kemudian membuat campuran lem *epoxy* (matrik) dengan kadar *resin* $(67,5 \text{ gram} + 22,5 \text{ gram}) \times 1,08 \text{ cc/gram} = 97,2 \text{ cc}$. ($1,08 \text{ cc/gr}$ didapat dari 97 cc resin dibagi 90 gr serbuk). Sedangkan *hardener* sebanyak $25\% \times 97,2 \text{ cc} = 24,3 \text{ cc}$. Campuran lem *epoxy* yang sudah jadi tersebut harus segera dicampur dengan material serbuk kayu sampai merata, karena lem *epoxy* hanya mempunyai umur (*pot life*) sekitar 100 menit, setelah 100 menit lem tidak bisa digunakan lagi. Setelah campuran merata kemudian dimasukkan kedalam cetakan ukuran $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$, dan diratakan dengan pipa stainless.

Untuk pembuatan sampel tekan yang lain proses yang dilakukan sama, tapi dengan menggunakan jumlah *resin*, *hardener* dan *filler* yang berbeda.

b. Pembuatan benda uji tarik

Dalam hal ini kami mengambil contoh untuk pembuatan benda uji dengan kadar *hardener* 25% dan *filler* 25%. Untuk membuat sampel uji tarik, berat serbuk bisa didapat dari kebutuhan serbuk yang digunakan dalam pembuatan sampel tekan. Dalam pembuatan sampel tekan dibutuhkan 30 gr serbuk gergaji untuk satu begisting ukuran $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$. Sehingga untuk 1 cm^3 membutuhkan 0,24 gr serbuk gergaji. Sedangkan untuk sampel tarik volume begistingnya adalah $100,5 \text{ cm}^3$ sehingga bisa dicari kebutuhan serbuk gergaji untuk satu begisting yaitu $100,5 \text{ cm}^3 \times 0,24 \text{ gr/cm}^3 = 24,12 \text{ gr}$.

Untuk membuat 3 buah sampel tarik, serbuk kayu yang telah dioven diambil dan ditimbang dengan berat $24,12 \text{ gr} \times 3 = 72,36 \text{ gr}$, dengan perbandingan: *filler* (serbuk amplas) seberat $25\% \times 72,36 \text{ gram} = 18,09 \text{ gram}$ dan serbuk gergaji $72,36 - 18,09 = 54,27 \text{ gr}$.

Setelah mendapat berat serbuk gergaji dan *filler*, kemudian membuat campuran lem *epoxy* dengan kadar *resin* $(54,27 \text{ gram} + 18,09 \text{ gram}) \times 1,08 \text{ cc/gram} = 78,14 \text{ cc}$. $1,08 \text{ cc/gr}$ didapat dari 97 cc resin dibagi 90 gr serbuk . Sedangkan *hardener* sebanyak $25\% \times 78,14 \text{ cc} = 19,53 \text{ cc}$. Campuran lem *epoxy* yang sudah jadi

tersebut harus segera dicampur dengan material serbuk kayu sampai merata, karena lem *epoxy* hanya mempunyai umur (*pot life*) sekitar 100 menit, setelah 100 menit lem tidak bisa digunakan lagi. Setelah campuran merata kemudian dimasukkan kedalam cetakan (bekisting), sampel akan mengeras antara 3-4 jam. Untuk pembuatan sampel tarik yang lain proses yang dilakukan sama, tapi dengan menggunakan jumlah *resin* yang berbeda, serta kadar *hardener* dan *filler* yang berbeda pula.

3.3.5. Tahap Pengujian

Setelah tahap pembuatan benda uji tekan dan uji tarik selesai maka tahap selanjutnya adalah tahap pengujian kuat tekan dan kuat tarik benda uji.

a. Tahap Pengujian Kuat Tekan

Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Sampel yang akan diuji minimal berumur 24 jam, karena lem *epoxy* dalam sampel akan mengeras secara kering total dalam waktu 24 jam. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan memberikan gaya tekan/beban pada benda uji, hingga benda uji tersebut runtuh/pecah. Tetapi, dari hasil penelitian benda uji tersebut tidak mengalami runtuh/pecah melainkan mengalami pemampatan/memadat. Beban maksimum benda uji dapat dilihat pada *dial* UTM, yaitu angka saat jarum penunjuk berhenti berputar. Beban maksimum tersebut dinyatakan dalam kgf.

c. Tahap Pengujian Kuat Tarik

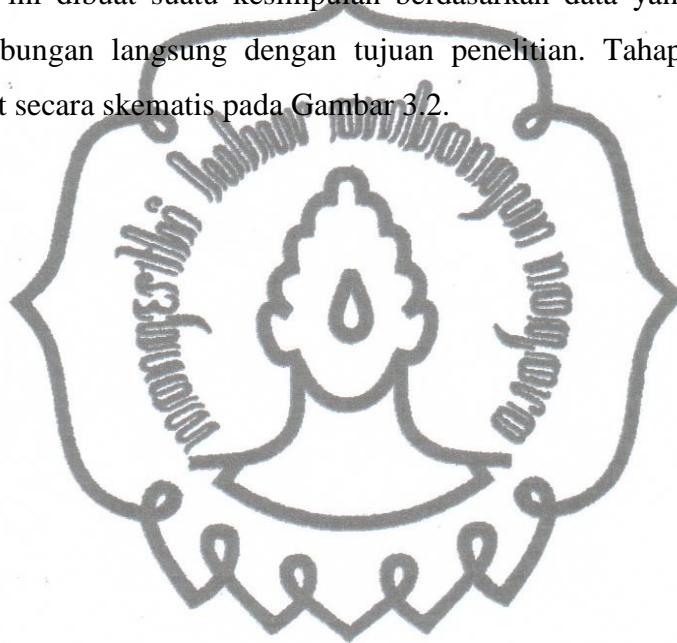
Pengujian tarik dilakukan dengan cara benda uji dipasang pada alat pemegang sampel kemudian disesuaikan posisinya di alat UTM, alat UTM dirancang untuk menambah panjang benda uji dengan laju yang konstan dan secara kontinyu.

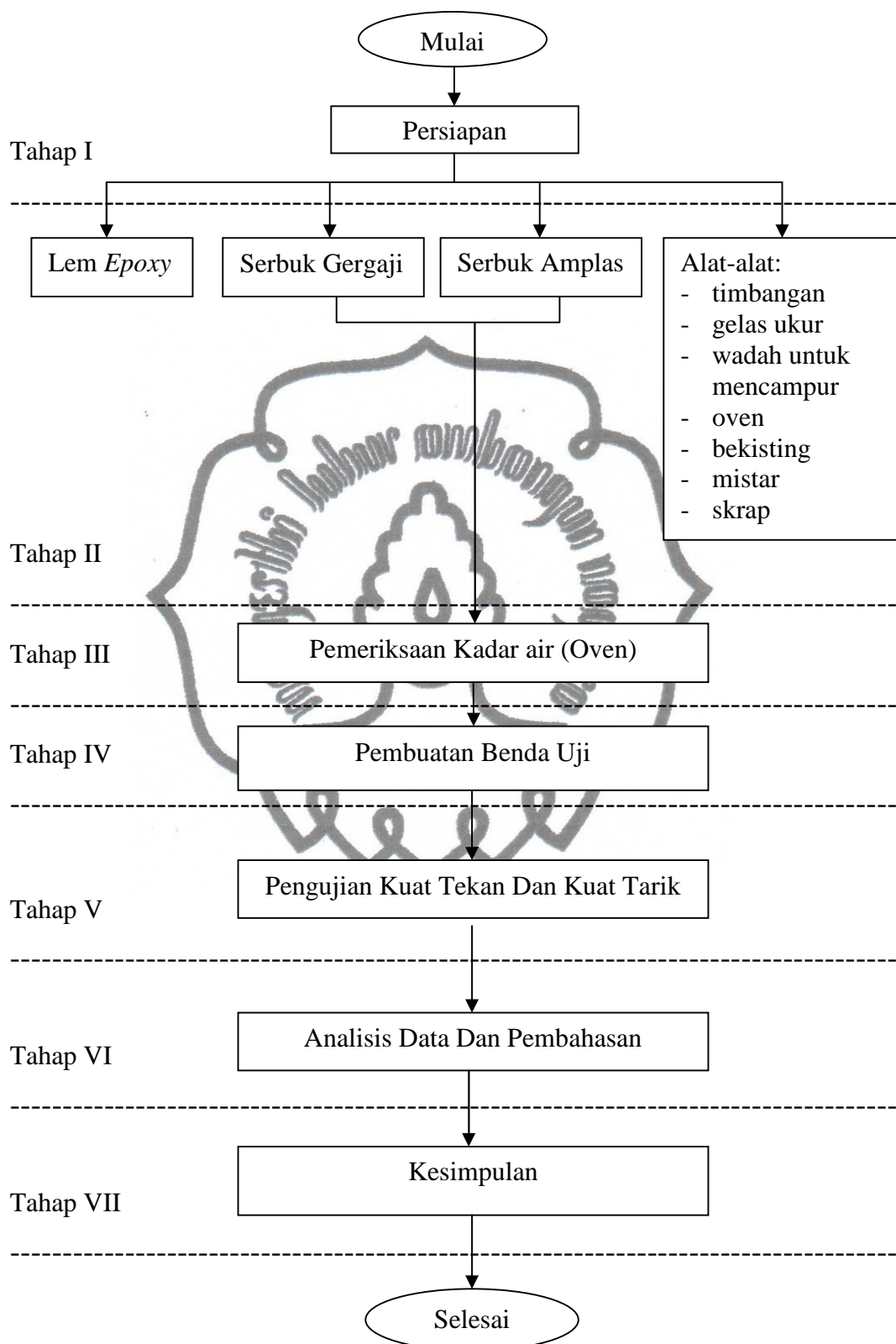
3.3.6. Tahap Analisis Data Dan Pembahasan

Dari hasil pengujian yang diperoleh kemudian dilakukan analisis data untuk mengetahui besarnya kuat tekan dan kuat tarik sampel, yaitu dengan membagi beban maksimum dengan luas sample yang dibebani.

3.3.7. Kesimpulan

Pada tahap ini dibuat suatu kesimpulan berdasarkan data yang telah dianalisis yang berhubungan langsung dengan tujuan penelitian. Tahap-tahap penelitian dapat dilihat secara skematis pada Gambar 3.2.





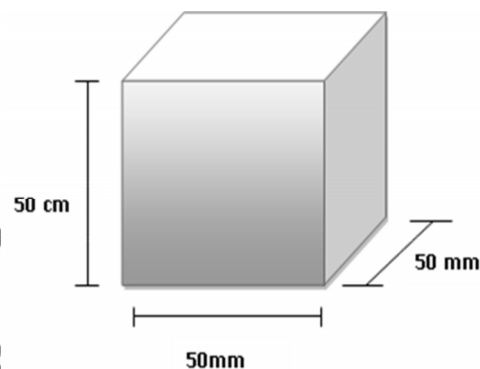
Gambar 3.2. Bagan Alir Tahap-tahap Penelitian

commit to user

3.4. Benda Uji

3.4.1. Benda uji tekan

Benda uji tekan dalam penelitian ini berjumlah 36 buah, bentuk benda uji dan ukurannya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Sketsa Benda Uji untuk Pengujian Kuat Tekan

Penamaan dan proporsi campuran untuk benda uji tekan serta jumlah sampel yang dibutuhkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Proporsi Campuran Benda Uji Tekan.

Perbandingan Serbuk	Kadar Hardener 10 %		Kadar Hardener 25 %		Kadar Hardener 50 %	
	Kode Sampel	n	Kode Sampel	n	Kode Sampel	n
SG	CS - H10	3	CS - H25	3	CS - H50	3
SG + F 25%	CS - H10 / F25	3	CS - H25 / F25	3	CS - H50/F25	3
SG + F 50%	CS - H10 / F50	3	CS - H25 / F50	3	CS - H50/F50	3
SG + F 75%	CS - H10 / F75	3	CS - H25 / F75	3	CS - H50 / F75	3

Keterangan:

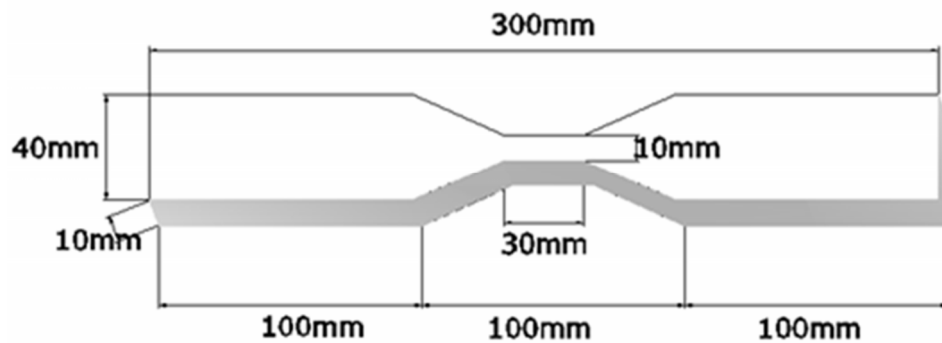
CS : *Compression Sample* (Sampel Tekan)
 SG : Serbuk Gergaji
 F : *Filler* (Serbuk Amplas)
 H : *Hardener*

commit to user

n : Jumlah Sampel

3.4.2. Benda Uji Tarik

Benda uji tarik dalam penelitian ini berjumlah 24 buah, bentuk benda uji dan ukurannya dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Sketsa Benda Uji untuk Pengujian Kuat Tarik

Penamaan dan proporsi campuran untuk benda uji tarik serta jumlah sampel yang dibutuhkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Proporsi Campuran Benda Uji Tekan.

Perbandingan Serbuk	Kadar hardener 25 %		Kadar hardener 50 %	
	Kode sampel	n	Kode sampel	n
SG	TS - H25	3	TS - H50	3
SG + F 25%	TS - H25 / F25	3	TS - H50 / F25	3
SG + F 50%	TS - H25 / F50	3	TS - H50 / F50	3
SG + F 75%	TS - H25 / F75	3	TS - H50 / F75	3

Keterangan:

TS : *Tension Sample* (Sampel Tarik)
 SG : Serbuk Gergaji

F : *Filler* (Serbuk Amplas)
H : *Hardener*
n : Jumlah Sampel



BAB 4

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil pengujian

Setelah tahap pengujian benda uji baik benda uji tekan maupun benda uji tarik maka didapat data hasil penelitian, data-data tersebut kemudian dimasukan kedalam persamaan untuk mendapat hasil yang diinginkan.

4.1.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban hingga benda uji tersebut hancur dengan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Kuat tekan maksimum (P_{maks}) di ambil pada saat dial pada mesin UTM bergerak untuk pertama kali, karena setelah itu benda uji tidak mengalami pecah namun semakin memadat. Data tersebut kemudian dianalisis untuk memperoleh nilai kuat tekan (f_c). Nilai kuat tekan dapat dihitung dengan Persamaan (2.1.).

Contoh perhitungan kuat tekan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Beban maksimum } (P_{maks}) &= 40 \text{ kgf} = 400 \text{ N} \\ \text{Luas permukaan } (A) &= 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \\ &= 2500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{P_{maks}}{A} \\ &= \frac{400 \text{ N}}{2500 \text{ mm}^2} \\ &= 0,16 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh kemudian dianalisis dan disajikan pada Tabel 4.1.

commit to user

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel Dengan Variasi Kadar *Hardener* dan Kadar *Filler*

KODE BENDA UJI	NO	HASIL UJI TEKAN (kgf)	KUAT TEKAN (MPa)	RATA-RATA (MPa)
CS - H10	1	6	0,02	0,03
	2	8	0,03	
	3	5	0,02	
CS - H25	1	35	0,14	0,11
	2	25	0,10	
	3	25	0,10	
CS - H50	1	35	0,14	0,15
	2	40	0,16	
	3	40	0,16	
CS - F25 ; H10	1	10	0,04	0,03
	2	5	0,02	
	3	9	0,04	
CS - F25 ; H25	1	20	0,08	0,10
	2	20	0,08	
	3	35	0,14	
CS - F25 ; H50	1	40	0,16	0,14
	2	30	0,12	
	3	35	0,14	
CS - F50 ; H10	1	15	0,06	0,06
	2	15	0,06	
	3	15	0,06	
CS- F50 ; H25	1	25	0,1	0,11
	2	30	0,12	
	3	30	0,12	
CS - F50 ; H50	1	35	0,14	0,17
	2	40	0,16	
	3	50	0,20	
CS - F75 ; H10	1			
	2			
	3			

Tabel 4.1. (lanjutan)

KODE BENDA UJI	NO	HASIL UJI TEKAN (kgf)	KUAT TEKAN (MPa)	RATA-RATA (MPa)
CS - F75 ; H25	1	15	0,06	0,07
	2	20	0,08	
	3	15	0,06	
CS - F75 ; H50	1	30	0,12	0,11
	2	25	0,10	
	3	30	0,12	

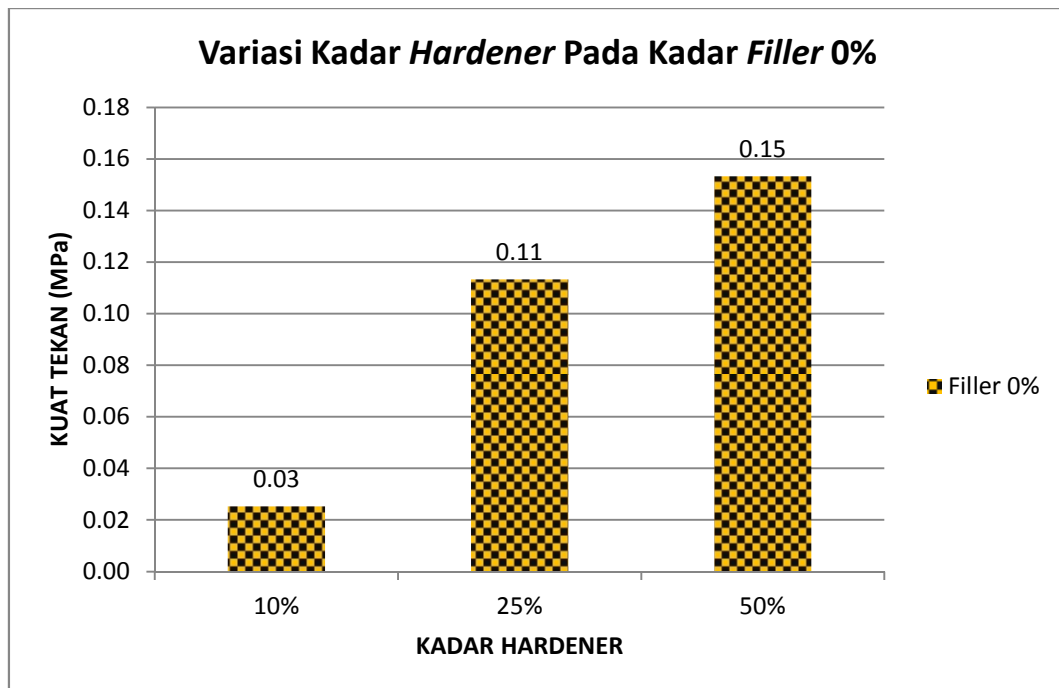
= Nilai/Data kuat tekan tidak terbaca oleh alat UTM karena benda uji hancur sebelum diberi pembebanan maksimal.

Dari Tabel 4.1. diatas didapat nilai kuat tekan rata-rata yang kemudian disajikan pada Tabel 4.2.

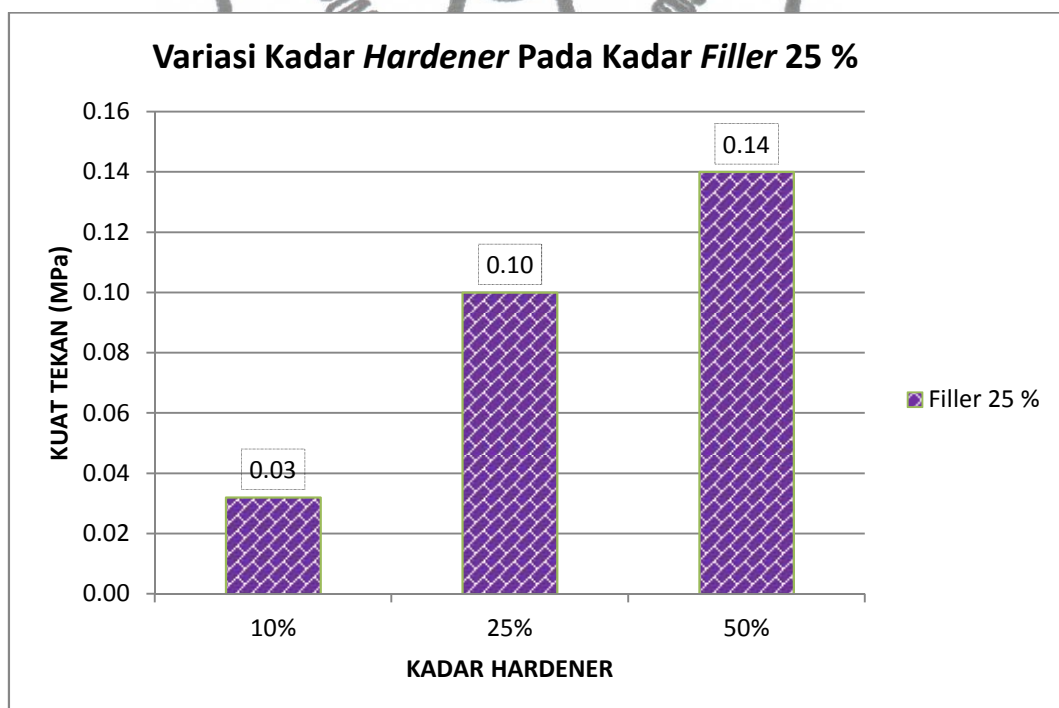
Tabel 4.2. Nilai Kuat Tekan Rata-rata Sampel dengan Variasi Kadar *Hardener* dan Kadar *Filler*

Kadar Hardener	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)			
	Filler 0%	Filler 25 %	Filler 50 %	Filler 75 %
10%	0,03	0,03	0,06	0,00
25%	0,11	0,10	0,11	0,07
50%	0,15	0,14	0,17	0,11

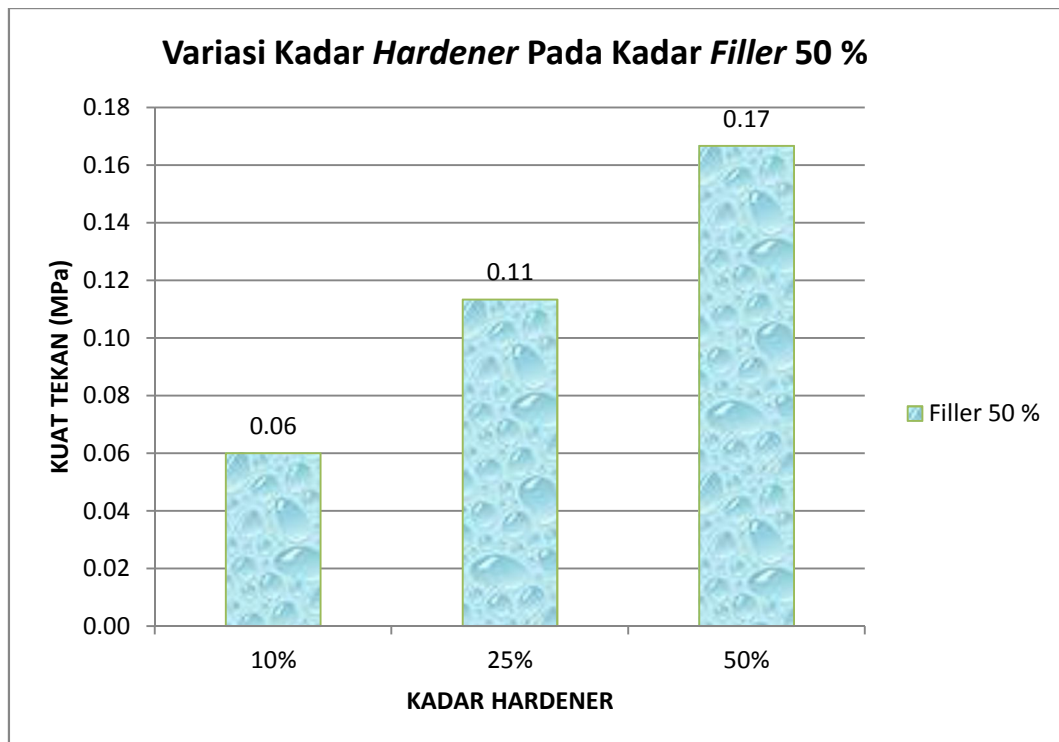
Data yang diperoleh pada Tabel 4.2. dapat dibuat diagram hubungan variasi pertambahan kadar *hardener* terhadap kuat tekan pada tiap-tiap kadar *filler*. Grafik hubungan pertambahan kadar *hardener* terhadap kuat tekan pada tiap-tiap kadar *filler* ditunjukkan pada Gambar 4.1 – Gambar 4.4.



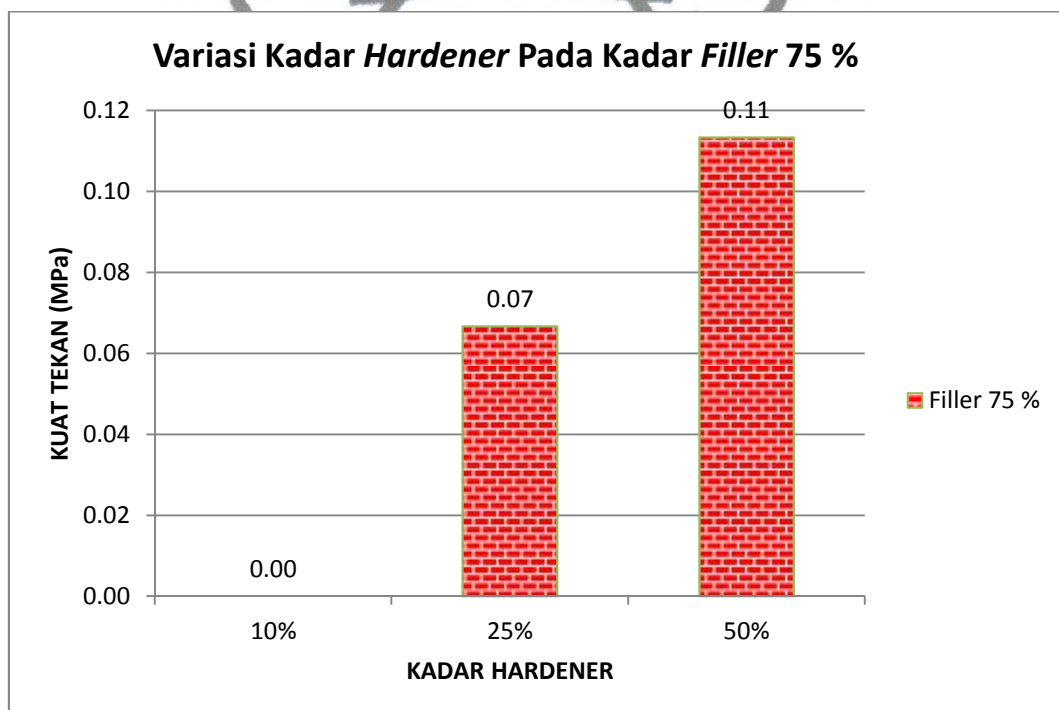
Gambar 4.1. Grafik Hubungan Pertambahan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Kuat Tekan Pada Kadar *Filler* 0%.



Gambar 4.2. Grafik Hubungan Pertambahan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Kuat Tekan Pada Kadar *Filler* 25%.

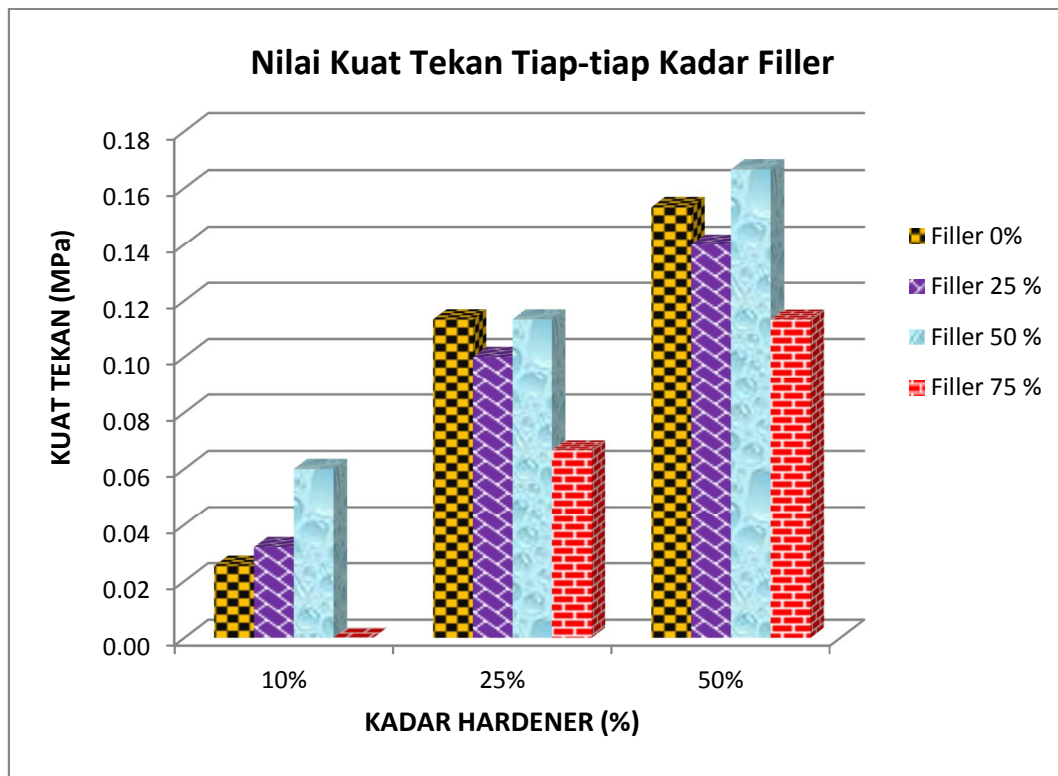


Gambar 4.3. Grafik Hubungan Pertambahan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Kuat Tekan Pada Kadar *Filler* 50%.



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Pertambahan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Kuat Tekan Pada Kadar *Filler* 75%

Dari Gambar 4.1. sampai dengan Gambar 4.4. diatas dapat disatukan dalam satu diagram yang akan menunjukkan nilai kuat tekan masing-masing benda uji, diagram yang menunjukkan nilai kuat tekan masing-masing benda uji akan disajikan pada Gambar 4.5. berikut:



Gambar 4.5. Nilai Kuat Tekan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Tiap-tiap Kadar *Filler*

Dari Gambar 4.5. dapat dilihat bahwa penambahan kadar *hardener* pada tiap-tiap kadar *filler* akan mempengaruhi nilai kuat tekan benda uji, namun penambahan kadar *filler* pada benda uji juga akan berpengaruh terhadap kuat tekan. Kuat tekan yang paling tinggi ditunjukkan pada penambahan kadar *hardener* 50% dan kadar *filler* 50 % yaitu 0,17 MPa, sedangkan nilai kuat tekan yang paling rendah ditunjukkan pada penambahan kadar *hardener* 10% dan *filler* 75 % yaitu 0 MPa.

4.1.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik

Kuat tarik dihitung menggunakan Persamaan (2.2.) hasil perhitungan uji tarik disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Sampel Dengan Variasi Kadar Hardener dan Kadar Filler

KODE BENDA UJI	NO	KUAT TARIK (N)	KUAT TARIK (MPa)	RATA-RATA (MPa)
TS - H25	1	110	1,10	1,10
	2	660	6,60	
	3	360	3,60	
TS - H50	1	740	2,96	1,48
	2	980	3,92	
	3	-	-	
TS - F25 ; H25	1	140	0,56	0,64
	2	170	0,68	
	3	170	0,68	
TS - F25 ; H50	1	290	1,16	0,84
	2	140	0,56	
	3	200	0,80	
TS - F50 ; H25	1	100	0,4	0,41
	2	110	0,44	
	3	100	0,40	
TS - F50 ; H50	1	140	0,56	0,57
	2	180	0,72	
	3	110	0,44	
TS - F75 ; H25	1		-	-
	2		-	
	3		-	
TS - F75 ; H50	1	140	0,56	0,64
	2	170	0,68	
	3	170	0,68	

- = Benda uji patah sebelum dilakukan pengujian

= Nilai/Data kuat tekan tidak terbaca oleh alat *UTM* karena benda uji hancur sebelum diberi pembebanan maksimal.

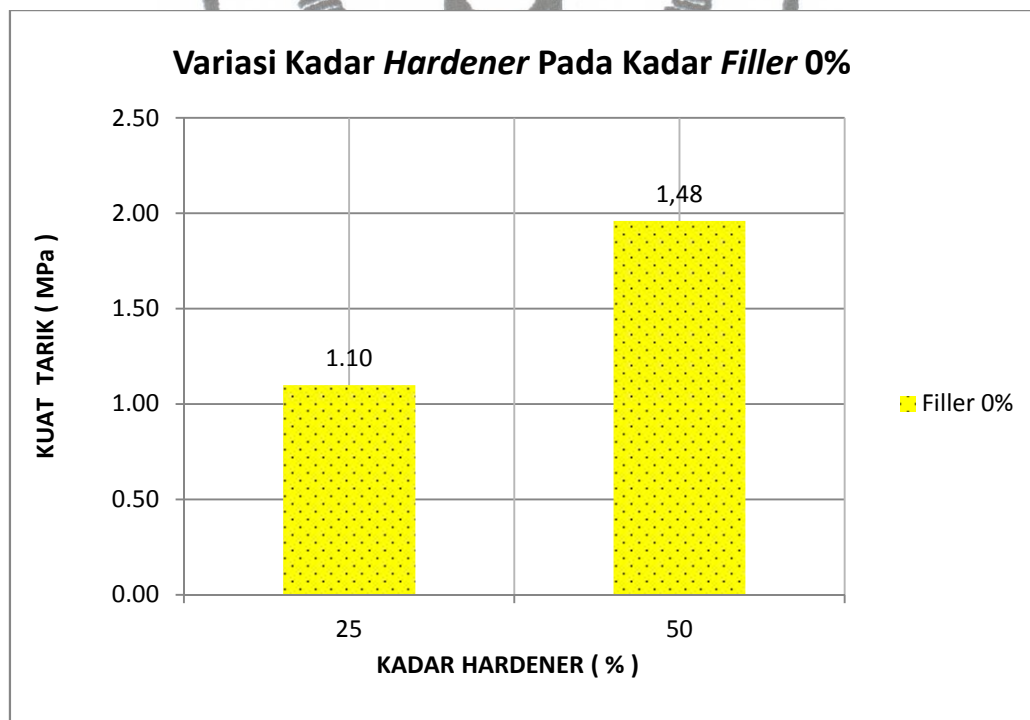
commit to user

Dari Tabel 4.3. diatas didapatkan nilai kuat tarik rata-rata untuk masing-masing benda uji, nilai kuat tarik rata-rata untuk masing-masing benda uji akan disajikan pada Tabel 4.4.

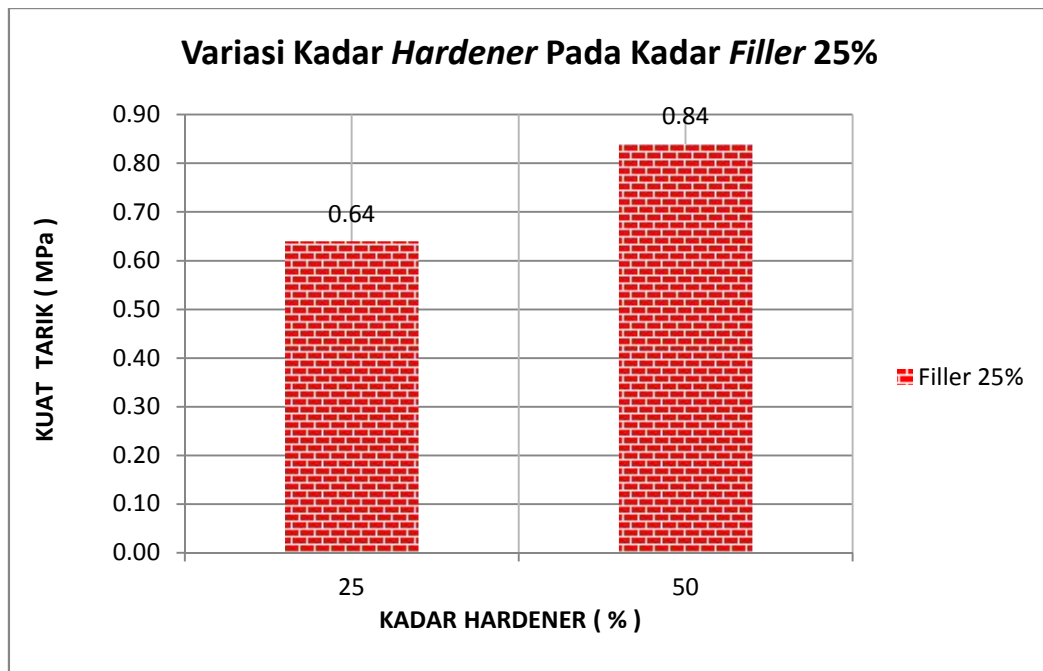
Tabel 4.4. Nilai Kuat Tarik Rata-rata Sampel dengan Variasi Kadar *Hardener* dan Kadar *Filler*

Kadar Hardener	Kuat Tarik Rata-rata (MPa)			
	Filler 0%	Filler 25 %	Filler 50 %	Filler 75 %
25%	1,10	0,64	0,41	-
50%	1,48	0,84	0,57	0,64

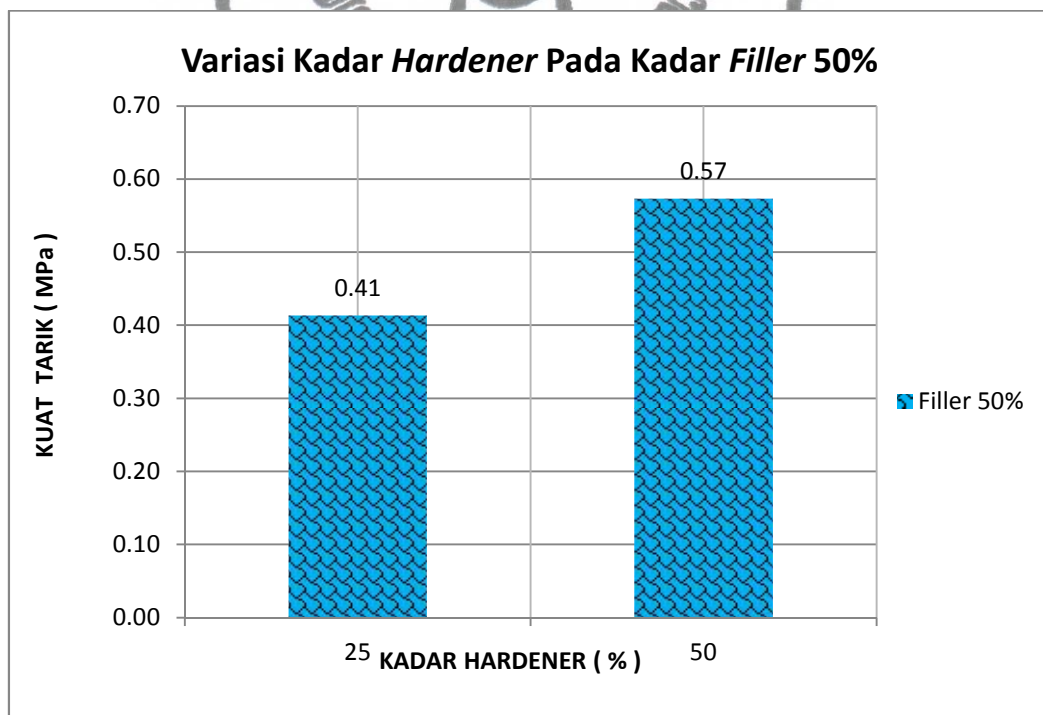
Data yang diperoleh pada Tabel 4.4. dapat dibuat diagram hubungan variasi pertambahan kadar *hardener* terhadap kuat tarik pada tiap-tiap kadar *filler*. Grafik hubungan pertambahan kadar *hardener* terhadap kuat tarik pada tiap-tiap kadar *filler* ditunjukkan pada Gambar 4.6. sampai dengan Gambar 4.9.



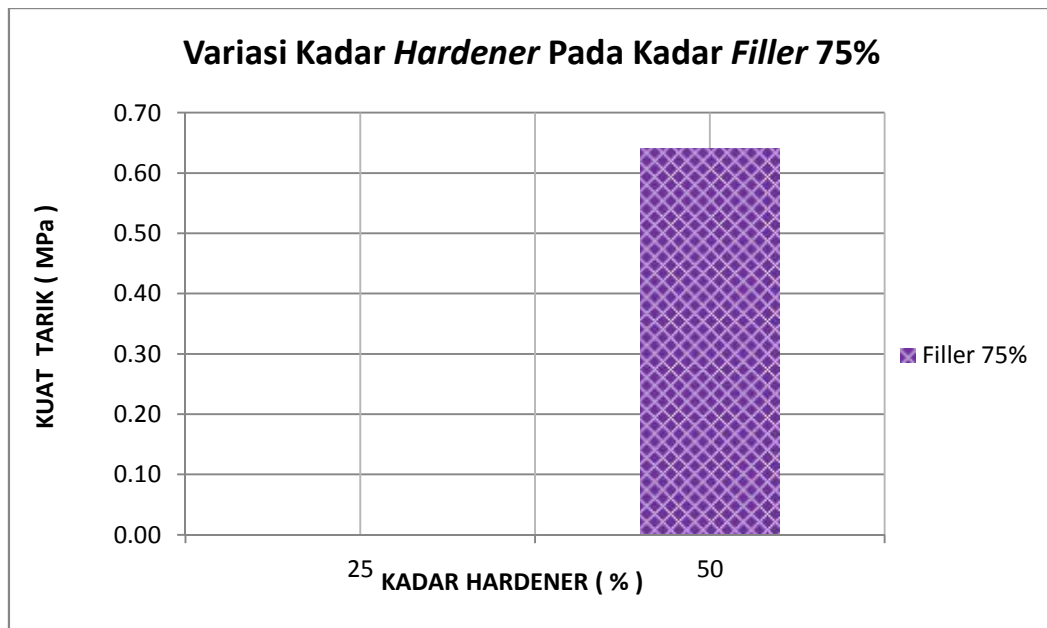
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Pertambahan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Kuat Tarik Pada Kadar *Filler* 0%.



Gambar 4.7. Grafik Hubungan Pertambahan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Kuat Tarik Pada Kadar *Filler* 25%.

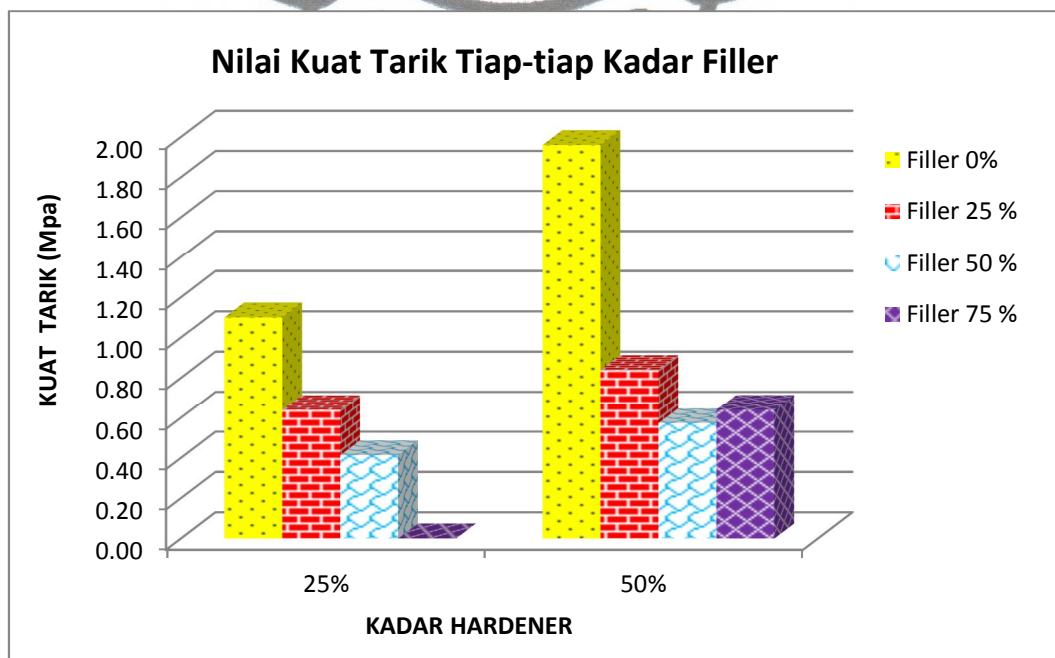


Gambar 4.8. Grafik Hubungan Pertambahan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Kuat Tarik Pada Kadar *Filler* 50%.



Gambar 4.9. Grafik Hubungan Pertambahan Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Kuat Tarik Pada Kadar *Filler* 75%.

Dari Gambar 4.6. sampai dengan Gambar 4.9. diatas bisa disatukan dalam satu diagram yang akan menunjukan nilai kuat tarik masing-masing benda uji akan disajikan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Nilai Kuat Tarik Variasi Kadar *Hardener* Terhadap Tiap-tiap Kadar *Filler*

Dari Gambar 4.10. bisa dilihat bahwa nilai kuat tarik pada masing-masing benda uji dengan perbandingan kadar *hardener* pada tiap-tiap variasi *filler* menghasilkan kuat tarik yang berbeda-beda. Nilai kuat tarik yang paling tinggi terjadi pada kadar *hardener* 25 % ditunjukkan benda uji dengan perbandingan *filler* 0 % yaitu sebesar 1,10 MPa, dan nilai kuat tarik yang paling rendah pada kadar *hardener* 25 % dan perbandingan *filler* 75 %. Sedangkan pada kadar *hardener* 50 % nilai kuat tarik yang paling tinggi ditunjukkan benda uji dengan perbandingan *filler* 0 %, yaitu 1,96 MPa, sedangkan nilai kuat tarik yang paling rendah ditunjukkan benda uji dengan perbandingan *filler* 50 %, yaitu sebesar 0,57 MPa.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Kuat Tekan

Nilai kuat tekan yang dihasilkan pada masing-masing benda uji berbeda-beda, dari Gambar 4.5. terlihat bahwa pada setiap penambahan kadar *hardener* nilai kuat tekannya meningkat, ini menunjukkan bahwa sifat *hardener* sebagai pengeras pada lem *epoxy* akan semakin bertambah sesuai dengan perbandingan campuran antara *resin* dan *hardener*, semakin mendekati perbandingan 1:1 maka lem *epoxy* yang dihasilkan akan semakin keras. Pada Gambar 4.5. juga menunjukkan bahwa setiap penambahan kadar *filler* pada tiap variasi kadar *hardener* nilai kuat tekannya akan berbeda-beda, hal ini terjadi karena proporsi *filler* yang terlalu banyak tidak bisa tercampur merata dengan lem *epoxy* sehingga benda uji yang dihasilkan tidak saling mengikat. Penambahan kadar *filler* yang berbentuk halus bertujuan untuk mengurangi pori-pori atau rongga pada benda uji, namun bila jumlahnya terlalu banyak dengan sifat *filler* yang tidak berserat pada kadar *hardener* yang sedikit maka nilai kuat tekannya akan berkurang karena *filler* tidak bisa menyatu sempurna dengan lem melainkan menggumpal.

Nilai kuat tekan Pada kadar *hardener* 10% yang paling besar terjadi pada penambahan kadar *filler* 50% yaitu 0,15 MPa, sedangkan nilai kuat tekan yang paling rendah ditunjukkan pada penambahan *filler* 75%, pada variasi kadar *hardener* 25% nilai kuat tekan yang paling besar terjadi pada penambahan *filler* 0% dan

50% yaitu 0,11 MPa, pada variasi kadar *hardener* 50% nilai kuat tekan yang paling besar terjadi pada penambahan *filler* 50% yaitu 0,17 MPa.

4.2.2. Kuat Tarik

Pada pengujian kuat tarik kadar *hardener* yang digunakan hanya variasi 25% dan 50%, dari penelitian sebelumnya penggunaan kadar *hardener* 10% ternyata benda uji yang dihasilkan tidak bisa di uji sehingga penggunaan kadar *hardener* 10% pada pengujian tarik ditiadakan.

Dari Gambar 4.10, terlihat bahwa pada setiap penambahan kadar *hardener* nilai kuat tekannya meningkat, ini menunjukkan bahwa sifat *hardener* sebagai pengeras pada lem *epoxy* akan semakin bertambah sesuai dengan perbandingan campuran antara *resin* dan *hardener*, semakin mendekati perbandingan 1:1 maka lem *epoxy* yang dihasilkan akan semakin keras. Dari Gambar 4.10 juga menunjukkan bahwa setiap penambahan kadar *filler* pada tiap variasi kadar *hardener* nilai kuat tariknya memiliki kecenderungan semakin menurun, hal ini terjadi karena proporsi *filler* yang terlalu banyak tidak bisa tercampur merata dengan lem *epoxy* sehingga benda uji yang dihasilkan tidak saling mengikat. Penambahan kadar *filler* yang bertujuan untuk mengurangi pori-pori atau rongga pada benda uji, namun bila jumlahnya terlalu banyak dengan sifat *filler* yang tidak berserat dan berbentuk halus pada kadar *hardener* yang sedikit maka nilai kuat tekannya akan berkurang karena *filler* tidak bisa menyatu sempurna dengan lem melainkan menggumpal.

Pada kadar *hardener* 25% nilai kuat tarik yang paling tinggi terjadi pada benda uji dengan campuran *filler* 0% (hanya menggunakan serbuk gergaji) yaitu 1,10 MPa, sedangkan dengan penambahan kadar *filler* 25%, 50% dan 75% nilai kuat tariknya semakin menurun, yaitu 0,64 MPa, 0,41 MPa dan 0 MPa. Pada penambahan kadar *hardener* 50% nilai kuat tarik yang paling tinggi terjadi pada penambahan *filler* 0% yaitu sebesar 1,48 MPa, sedangkan dengan penambahan kadar *filler* 25%, 50% dan 75% nilai kuat tariknya semakin menurun, yaitu 0,84 MPa, 0,57 MPa dan 0,64 MPa.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari seluruh pengujian, analisis data, dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Untuk kuat tekan, nilai kuat tekan tertinggi 0,17 MPa diperoleh dari benda uji dengan kode sampel CS – F50 ; H50 atau benda uji dengan proporsi campuran *filler* 50% dan *hardener* 50%, sedangkan nilai kuat tekan paling kecil diperoleh dari campuran dengan kode benda uji CS – F75 ; H10 atau benda uji dengan proporsi campuran *filler* 75% dan *hardener* 10%. Untuk kuat tarik, nilai kuat tarik paling besar yaitu 0,17 MPa diperoleh dari benda uji dengan kode sampel TS – F0 ; H50 atau benda uji dengan proporsi campuran *filler* 0% dan *hardener* 50%, sedangkan nilai kuat tarik paling kecil diperoleh dari campuran dengan kode benda uji TS – F75 ; H25 atau benda uji dengan proporsi campuran *filler* 75% dan *hardener* 25%.
- b. Pada setiap penambahan kadar *hardener* maka nilai kuat tekan dan kuat tarik benda uji akan bertambah, namun penambahan *filler* juga berpengaruh terhadap kekuatan benda uji.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

- a. Perlu penelitian-penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan proporsi campuran yang tepat sehingga dapat menghasilkan bahan perbaikan kayu yang baik.

commit to user

- b. Penimbangan bahan sebaiknya menggunakan timbangan digital supaya didapat berat masing-masing serbuk yang akurat.
- c. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sifat-sifat mekanis bahan perbaikan kayu dengan menggunakan matrik yang berbeda.

