



**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**STUDI PENGARUH PENGGUNAAN CAT ANTI-UV DENGAN  
VARIASI CUACA TERHADAP KEKUATAN TARIK LAMINASI  
BILAH BAMBUI SEBAGAI MATERIAL BANGUNAN ATAS  
KAPAL IKAN**

**Wisnu Wicaksono  
NRP 4112100065**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
M. Sholikhhan Arif, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**STUDI PENGARUH PENGGUNAAN CAT ANTI-UV DENGAN  
VARIASI CUACA TERHADAP KEKUATAN TARIK LAMINASI  
BILAH BAMBU SEBAGAI MATERIAL BANGUNAN ATAS  
KAPAL IKAN**

**Wisnu Wicaksono  
NRP 4112100065**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
M. Sholikhhan Arif, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



---

**FINAL PROJECT - MN 141581**

**THE STUDY OF ANTI-UV PAINT APPLICATION EFFECT  
WITH WEATHER TREATMENT VARIANTS TOWARDS  
TENSILE STRENGTH OF BAMBOO LAMINATED AS THE  
MATERIAL OF FISHING VESSELS' SUPERSTRUCTURES**

**Wisnu Wicaksono  
NRP 4112100065**

**Supervisor(s)  
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
M. Sholikhan Arif, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

# STUDI PENGARUH PENGGUNAAN CAT ANTI-UV DENGAN VARIASI CUCA TERHADAP KEKUATAN TARIK LAMINASI BILAH BAMBU SEBAGAI MATERIAL BANGUNAN ATAS KAPAL IKAN

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Keahlian Industri Perkapalan  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**WISNU WICAKSONO**  
NRP 4112100065

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
NIP 19640416 198903 1 003

Dosen Pembimbing II



M. Sholikhan Arif, S.T., M.T.  
NIP 19890623 201504 1 003

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasid Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, JULI 2018

## LEMBAR REVISI

# STUDI PENGARUH PENGGUNAAN CAT ANTI-UV DENGAN VARIASI CUACA TERHADAP KEKUATAN TARIK LAMINASI BILAH BAMBU SEBAGAI MATERIAL BANGUNAN ATAS KAPAL IKAN

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 6 Juli 2018

Bidang Keahlian Industri Perkapalan  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

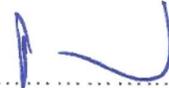
**WISNU WICAKSONO**  
NRP 04111240000065

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Septia Hardy Sujiatanti, S.T., M.T.



2. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.



3. Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.



2. M. Sholikhhan Arif, S.T., M.T.



SURABAYA, JULI 2018

*Dipersembahkan kepada kedua orang tua dan adik tercinta atas segala dukungan serta doanya*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. karena atas karunia-Nya Tugas Akhir yang berjudul **Studi Pengaruh Penggunaan Cat Anti-UV Dengan Variasi Cuaca Terhadap Kekuatan Tarik Laminasi Bilah Bambu Sebagai Material Bangunan Atas Kapal Ikan** ini dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Pertama, atas ilmu, kesabaran, serta motivasinya dalam mengarahkan serta memberi nasehat kepada Penulis selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak M. Sholikhhan Arif, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas arahan, kritik dan saran, serta motivasi yang diberikan beliau kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku Kepala Laboratorium Teknologi dan Manajemen Produksi Kapal, Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas izin pemakaian fasilitas laboratorium.
4. Bapak Imam Baihaqi, S.T., M.T., atas kesabaran, waktu, serta ilmu yang telah dicurahkan kepada Penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T., serta Ibu Septia Hardy Sujiatanti, S.T., M.T., selaku dosen penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS.
7. Kedua orang tua yang tiada henti-hentinya mendoakan Penulis serta meberikan dukungan moril maupun materil.
8. Bapak Supardi dan Mas Joko yang telah membantu serta memberikan saran kepada Penulis dalam pembuatan spesimen serta pengujian spesimen.
9. Bapak Fairil, Mas Agil, serta Bapak Didik yang telah membantu Penulis dalam pelaksanaan pengujian di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal.
10. Bapak Koko, Bapak Agus Harianto, dan Bapak Sugeng dari PT Propan Raya I.C.C., yang telah memberikan ilmu tentang pengecatan kepada Penulis
11. Teman-teman "*nge-lab*" Ridho, Sono, Yudha, Ian, Marlen, Syaghaf, Danis, Aryo, Dul, dan Paul atas bantuan, saran, serta motivasi kepada Penulis selama pembuatan spesimen hingga Tugas Akhir ini terselesaikan.
12. Teman-teman angkatan P-52 FORECASTLE atas dukungan dan semangat yang diberikan kepada Penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2018

Wisnu Wicaksono

# **STUDI PENGARUH PENGGUNAAN CAT ANTI-UV DENGAN VARIASI CUACA TERHADAP KEKUATAN TARIK LAMINASI BILAH BAMBU SEBAGAI MATERIAL BANGUNAN ATAS KAPAL IKAN**

Nama Mahasiswa : Wisnu Wicaksono  
NRP : 4112100065  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
2. M. Sholikhhan Arif, S.T., M.T.

## **ABSTRAK**

Ketersediaan kayu solid di Indonesia sebagai material utama kapal, khususnya bagian bangunan atas kapal ikan, semakin mengalami kelangkaan dan relatif mahal. Namun, masalah tersebut dapat diatasi dengan alternatif material laminasi bilah bambu. Dengan digunakannya sebagai bangunan atas, secara otomatis laminasi bilah bambu akan terkena perlakuan cuaca dan sinar ultraviolet yang membuat laminasi bilah bambu lebih cepat mengalami kerusakan. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan cat anti-uv terhadap kekuatan tarik laminasi bilah bambu yang terkena perlakuan cuaca. Uji kekuatan tarik dengan standar ASTM D3500 dilakukan terhadap spesimen laminasi bambu (dengan aplikasi cat anti-uv dan tanpa cat anti-uv pada perlakuan tidak terekspos sinar matahari, hanya terekspos sinar matahari, dan terekspos sinar matahari dan hujan selama 4, 6, 8, dan 10 minggu). Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *mean forecasting*, diketahui bahwa laminasi bilah bambu pada kondisi terekspos sinar matahari dan hujan tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki umur pakai 3,69 tahun dan dengan aplikasi cat anti-uv 12,80 tahun. Hasil tersebut didapatkan dari syarat kuat tarik minimal material kapal kayu BKI sebesar 40 MPa. Biaya produksi bangunan atas kapal ikan 20 GT berbahan laminasi bilah bambu (untuk jangka waktu operasi selama 25 tahun) tanpa cat anti-uv adalah sebesar Rp 207.986.899 sedangkan dengan cat anti-uv dibutuhkan Rp 72.499.329 sehingga dapat menghemat hingga Rp 135.487.570 atau sebesar 65,14%.

Kata kunci: laminasi bilah bambu, perlakuan cuaca, anti-uv, bangunan atas kapal ikan

# **THE STUDY OF ANTI-UV PAINT APPLICATION EFFECT WITH WEATHER TREATMENT VARIANTS TOWARDS TENSILE STRENGTH OF BAMBOO LAMINATED AS THE MATERIAL OF FISHING VESSELS' SUPERSTRUCTURES**

Author : Wisnu Wicaksono  
ID No. : 4112100065  
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology  
Supervisors : 1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.  
2. M. Sholikhhan Arif, S.T., M.T.

## **ABSTRACT**

The availability of solid wood in Indonesia as the main material of fishing vessel, especially the superstructure of fishing vessels, is leading to be scarce and relatively expensive. However, this problem can be overcome with the alternative material of bamboo laminated. With its use as a superstructure of fishing vessels, bamboo laminated will be automatically exposed to weather treatment and ultraviolet rays that makes bamboo laminated quickly breaking down. Therefore, this study was conducted with the aim to determine the effect of anti-uv paint application on the tensile strength of bamboo laminated affected by weather treatment. The ASTM D3500 standard on tensile strength test is subjected to bamboo laminated specimens (with anti-uv paint application and without anti-uv paint in non-weather-exposure treatment, exposed only to the sunlight, and exposed to the sunlight and rain for 4, 6, 8, and 10 weeks). Based on calculation result with mean forecasting method, it is known that bamboo laminated material that had been exposed to the sunlight and rain treatment without anti-uv paint application has a life span up to 3.69 years and with anti-uv paint application 12,80 years. These results are obtained from the minimum tensile strength requirement of BKI's rules of wooden ship material 40 MPa. The production cost of the 20 GT fishing vessels' superstructure made of bamboo laminated (for 25 years of operation) without anti-uv paint is Rp 207,986,899 while the anti-uv paint is Rp 72,499,329, which can save up to Rp 135,487,570 or 65.14%.

Keywords: Laminated bamboo, weather treatment, anti-uv, fishing vessels' superstructures

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERUNTUKAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
Bab 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat .....	3
1.6. Hipotesis 4	
Bab 2 DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Karakteristik Umum Bambu .....	5
2.1.1. Sifat Fisis Bambu Betung.....	5
2.1.2. Sifat Anatomi Bambu Betung .....	6
2.1.3. Sifat Mekanis Bambu Betung.....	7
2.2. Teknologi Laminasi Bilah Bambu.....	9
2.2.1. Proses Pembuatan Laminasi Bilah Bambu .....	9
2.2.2. Keunggulan Laminasi Bilah Bambu.....	11
2.3. Pengujian Kekuatan Tarik Pada Laminasi Bambu .....	12
2.4. Pengertian Serta Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Cuaca Dan Iklim.....	14
2.5. <i>Finishing</i> Pada Laminasi Bilah Bambu Dengan Cat Anti-UV .....	16
2.6. Bangunan Atas Pada Kapal Ikan .....	20
Bab 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	23
3.1. Persiapan Material Laminasi Bilah Bambu.....	23
3.1.1. Pemilihan dan Pengawetan Bambu .....	23
3.1.2. Pemrosesan Bilah Bambu .....	24
3.2. Persiapan Spesimen Uji .....	25
3.2.1. Pembuatan Spesimen Uji .....	25
3.2.2. Pengaplikasian Cat Eksterior Anti-UV pada Spesimen.....	26
3.3. Perlakuan Spesimen Uji.....	27
3.3.1. Perlakuan Spesimen Tidak Terekspos Sinar Matahari dan Hujan .....	28
3.3.2. Perlakuan Spesimen Hanya Terekspos Sinar Matahari .....	29
3.3.3. Perlakuan Spesimen Terekspos Sinar Matahari dan Hujan .....	29

3.4. Pengujian Kekuatan Tarik Laminasi Bilah Bambu .....	30
3.5. Analisis Teknis dan Ekonomis .....	32
Bab 4 DATA HASIL PENGUJIAN .....	35
4.1. Pendahuluan .....	35
4.2. <i>Benchmarking</i> Kekuatan Tarik Laminasi Bilah Bambu .....	35
4.3. Pengujian Pada Spesimen Tanpa Aplikasi Cat Anti-UV .....	37
4.3.1. Perlakuan Spesimen Tidak Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Te.NC) .....	37
4.3.2. Perlakuan Spesimen Hanya Terekspos Sinar Matahari (Kode Pa.NC) .....	41
4.3.3. Perlakuan Spesimen Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Hu.NC) .....	45
4.4. Pengujian Pada Spesimen Dengan Aplikasi Cat Anti-UV .....	49
4.4.1. Perlakuan Spesimen Tidak Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Te.C) .....	49
4.4.2. Perlakuan Spesimen Hanya Terekspos Sinar Matahari (Kode Pa.C) .....	53
4.4.3. Perlakuan Spesimen Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Hu.C) .....	57
Bab 5 ANALISIS HASIL PENGUJIAN .....	63
5.1. Pendahuluan .....	63
5.2. Analisis Teknis Pengujian Tarik .....	63
5.2.1. Kuat Tarik (Tegangan) Spesimen tanpa Aplikasi Cat Anti-UV .....	65
5.2.2. Kuat Tarik (Tegangan) Spesimen dengan Aplikasi Cat Anti-UV .....	74
5.2.3. Perbandingan Kuat Tarik (Tegangan) Variasi Spesimen .....	84
5.3. Prakiraan Masa Pakai Laminasi Bilah Bambu Berdasarkan Syarat Minimum BKI .....	87
Bab 6 ANALISIS EKONOMIS .....	91
6.1. Pendahuluan .....	91
6.2. Ukuran Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT .....	91
6.3. Biaya Pembangunan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT Berbahan Laminasi Bilah Bambu .....	94
6.3.1. Perhitungan Biaya Kebutuhan Material Laminasi Bilah Bambu .....	94
6.3.2. Perhitungan Biaya Produksi .....	97
6.3.3. Biaya Total .....	100
6.4. Perbandingan Ekonomis Pembangunan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT Berbahan Laminasi Bilah Bambu Dengan dan Tanpa Aplikasi Cat Anti-UV .....	100
Bab 7 KESIMPULAN DAN SARAN .....	103
7.1. Kesimpulan .....	103
7.2. Saran .....	104
DAFTAR PUSTAKA .....	105
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PROSES PEMBUATAN SPESIMEN LAMINASI BILAH BAMB	
LAMPIRAN B DATA HASIL UJI TARIK	
LAMPIRAN C ANALISIS HASIL UJI TARIK SPESIMEN	
LAMPIRAN D PERHITUNGAN UKURAN L KONSTRUKSI KAPAL IKAN 20 GT	
LAMPIRAN E PERHITUNGAN UKURAN DAN VOLUME PENGUATAN BANGUNAN ATAS KAPAL IKAN 20 GT	

LAMPIRAN F TABEL UKURAN TEBAL DINDING BANGUNAN ATAS  
BERDASARKAN *RULES* BIRO KLASIFIKASI INDONESIA  
LAMPIRAN G DATA SPESIFIKASI TEKNIS CAT EKSTERIOR DAN LEM  
LAMPIRAN H STANDAR ASTM D3500  
LAMPIRAN I TABEL KONDISI CUACA SAAT PERLAKUAN PADA SPESIMEN  
BIODATA PENULIS

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Letak lignin pada struktur sel tanaman bambu.....	7
Gambar 2.2 Diagram perbandingan regangan - tegangan bambu dengan baja.....	8
Gambar 2.3 Penampang melintang pembuatan bilah bambu.....	9
Gambar 2.4 Bentuk dan ukuran spesimen metode pengujian tarik A ASTM D3500 .....	13
Gambar 2.5 Proses polimerisasi dari monomer MMA menjadi (PMMA) .....	17
Gambar 2.6 Reaksi pembentukan resin alkid dari <i>Phthalic Anhydride</i> dengan gliserol .....	18
Gambar 2.7 Susunan kimia <i>Polyurethane</i> .....	18
Gambar 3.1 Bilah-bilah bambu yang telah dilakukan pengawetan dan siap dikirim .....	23
Gambar 3.2 Proses pengetaman bilah bambu dengan mesin <i>planer</i> semiotomatis ( <i>semi-automatic planer machine</i> ) .....	24
Gambar 3.3 Proses pengetaman sisi bilah-bilah bambu dengan mesin <i>planer</i> manual ( <i>handplaner machine</i> ) .....	25
Gambar 3.4 Proses pengaplikasian cat pada spesimen laminasi bilah bambu dengan menggunakan kuas .....	27
Gambar 3.5 Contoh spesimen yang telah diberi penomoran .....	28
Gambar 3.6 Perlakuan spesimen dengan aplikasi cat tidak terekspos sinar matahari dan hujan .....	28
Gambar 3.7 Proses perlakuan spesimen hanya terekspos sinar matahari .....	29
Gambar 3.8 Proses perlakuan spesimen terekspos sinar matahari dan hujan .....	30
Gambar 3.9 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) berkapasitas 200 kN.....	30
Gambar 3.10 Pengukuran lebar pada bagian tengah spesimen dengan menggunakan jangka sorong .....	31
Gambar 3.11 Proses pengujian tarik spesimen laminasi bilah bambu.....	32
Gambar 3.12 Diagram alir penelitian.....	34
Gambar 4.1 Grafik beban hasil pengujian spesimen tanpa perlakuan ( <i>benchmark</i> ) .....	36
Gambar 4.2 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (4 minggu).....	38
Gambar 4.3 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (6 minggu).....	39
Gambar 4.4 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (8 minggu).....	40
Gambar 4.5 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (10 minggu).....	41
Gambar 4.6 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari (4 minggu) .....	42
Gambar 4.7 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari (6 minggu) .....	43

Gambar 4.8 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari (8 minggu)	44
Gambar 4.9 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari (10 minggu).....	45
Gambar 4.10 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (4 minggu).....	46
Gambar 4.11 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (6 minggu).....	47
Gambar 4.12 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (8 minggu).....	48
Gambar 4.13 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (10 minggu).....	49
Gambar 4.14 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (4 minggu).....	50
Gambar 4.15 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (6 minggu).....	51
Gambar 4.16 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (8 minggu).....	52
Gambar 4.17 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (10 minggu).....	53
Gambar 4.18 Grafik uji tarik spesimen aplikasi cat anti-uv hanya terekspos matahari (4 minggu).....	54
Gambar 4.19 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari (6 minggu).....	55
Gambar 4.20 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari (8 minggu).....	56
Gambar 4.21 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari (10 minggu).....	57
Gambar 4.22 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (4 minggu).....	58
Gambar 4.23 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (6 minggu).....	59
Gambar 4.24 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (8 minggu).....	60
Gambar 4.25 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (10 minggu).....	61
Gambar 5.1 Grafik Tegangan Spesimen Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan .....	66
Gambar 5.2 Grafik regangan spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan	67
Gambar 5.3 Grafik modulus elastisitas spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan.....	67
Gambar 5.4 Grafik tegangan spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari .....	69
Gambar 5.5 Grafik regangan spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari .....	70

Gambar 5.6 Grafik modulus elastisitas spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari .....	71
Gambar 5.7 Grafik tegangan spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan .....	72
Gambar 5.8 Grafik regangan spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan .....	73
Gambar 5.9 Grafik modulus elastisitas spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan .....	74
Gambar 5.10 Grafik tegangan spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan .....	76
Gambar 5.11 Grafik regangan spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan .....	77
Gambar 5.12 Grafik modulus elastisitas spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan .....	77
Gambar 5.13 Grafik tegangan spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari.....	79
Gambar 5.14 Grafik regangan spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari .....	80
Gambar 5.15 Grafik modulus elastisitas spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari .....	80
Gambar 5.16 Grafik tegangan spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan....	82
Gambar 5.17 Grafik regangan spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan....	83
Gambar 5.18 Grafik modulus elastisitas spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan .....	83
Gambar 5.19 Grafik perbandingan penurunan tegangan tidak terekspos matahari dan hujan.	86
Gambar 5.20 Grafik perbandingan penurunan tegangan hanya terekspos matahari .....	86
Gambar 5.21 Grafik perbandingan penurunan tegangan terekspos matahari dan hujan .....	87
Gambar 6.1 Kapal ikan 20 GT di daerah Paciran, Lamongan .....	92
Gambar 6.2 Bagian-bagian bangunan atas beserta ukuran-ukurannya .....	92

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Jenis Pengikat Pada Cat.....	19
Tabel 2.2 Syarat Minimum Tebal Dinding, Tebal Geladak Bangunan Atas, dan Luas Penampang <i>Carlines</i> .....	20
Tabel 4.1 Data Pengujian Tarik Laminasi Bilah Bambu yang Tidak Mengalami Perlakuan Cuaca.....	36
Tabel 4.2 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu).....	37
Tabel 4.3 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Aplikasi Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (6 Minggu).....	38
Tabel 4.4 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (8 Minggu).....	39
Tabel 4.5 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (10 Minggu).....	40
Tabel 4.6 Data Uji Tarik Laminasi Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (4 Minggu).....	41
Tabel 4.7 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (6 Minggu).....	42
Tabel 4.8 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (8 Minggu).....	43
Tabel 4.9 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (8 Minggu).....	44
Tabel 4.10 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu).....	45
Tabel 4.11 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (6 Minggu).....	46
Tabel 4.12 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (8 Minggu).....	47
Tabel 4.13 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (10 Minggu).....	48
Tabel 4.14 Data Uji Tarik Laminasi Dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu) .....	49
Tabel 4.15 Data Uji Tarik Laminasi Dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (6 Minggu) .....	50
Tabel 4.16 Data Uji Tarik Laminasi Dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (8 Minggu) .....	51
Tabel 4.17 Data Uji Tarik Laminasi Dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (10 Minggu) .....	52

Tabel 4.18 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (4 Minggu).....	53
Tabel 4.19 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (6 Minggu).....	54
Tabel 4.20 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (8 Minggu).....	55
Tabel 4.21 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (10 Minggu).....	56
Tabel 4.22 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu).....	57
Tabel 4.23 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu).....	58
Tabel 4.24 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (8 Minggu).....	59
Tabel 4.25 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (10 Minggu).....	60
Tabel 5.1 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Hasil Uji Tarik Spesimen Tanpa Perlakuan ( <i>Benchmark</i> ) .....	64
Tabel 5.2 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan.....	65
Tabel 5.3 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen tanpa Cat Anti-UV hanya Terkespos Matahari.....	68
Tabel 5.4 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan.....	72
Tabel 5.5 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan.....	75
Tabel 5.6 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari.....	78
Tabel 5.7 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan.....	81
Tabel 5.8 Selisih Tegangan Antara Laminasi Dengan Cat Anti-UV Dengan Laminasi Tanpa Cat Anti-UV .....	84
Tabel 5.9 Prakiraan Masa Pakai Laminasi Bambu Pasca Variasi Perlakuan Cuaca .....	87
Tabel 6.1 Ukuran Volumetrik Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT .....	93
Tabel 6.2 Kebutuhan Material Laminasi Bilah Bambu .....	95
Tabel 6.3 Kebutuhan Perekat Laminasi Bilah Bambu.....	96
Tabel 6.4 Kebutuhan Biaya Cat.....	96
Tabel 6.5 Total Biaya Pokok.....	97
Tabel 6.6 Rincian Total Biaya Variabel.....	98
Tabel 6.7 Waktu Pengerjaan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT .....	99
Tabel 6.8 Rincian Biaya Tenaga Kerja .....	99
Tabel 6.9 Biaya Total Pembangunan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT.....	100

Tabel 6.10 Perbandingan Ekonomis Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT Berbahan Laminasi Bilah Bambu Tanpa dan Dengan Aplikasi Cat Anti-UV .....	101
--	-----

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Laminasi bambu saat ini sudah menjadi alternatif terbaru material pembuatan kapal ikan. Selain dari bahan bakunya yang mudah didapat dan cepat pertumbuhannya, laminasi bambu juga lebih murah dibandingkan dengan kayu sehingga mempunyai nilai ekonomis yang lebih baik dari kayu. Namun, struktur serat dan sel-sel yang berbeda dengan kayu menyebabkan bambu memiliki kelemahan tersendiri yang membutuhkan perlakuan khusus bila terkena perlakuan cuaca.

Kerapuhan laminasi bambu tersebut dikarenakan rusaknya lignin-lignin sel bambu akibat pengaruh perubahan kondisi cuaca, proses fotodegradasi oleh sinar ultraviolet dari matahari, serta organisme-organisme pemakan kayu. Selain itu, perubahan cuaca juga akan membuat mudahnya penyebaran dan perkembangan parasit-parasit pelapukan seperti jamur hewan-hewan pemakan kayu. Untuk mengatasi hal tersebut, laminasi bambu haruslah diberi perlindungan terhadap sinar ultraviolet dan perubahan cuaca agar dapat meningkatkan daya tahannya. Hal tersebut diharapkan mampu menjaga kualitas dari laminasi bambu tersebut. Kualitas yang dimaksud salah satunya adalah sifat mekanis kuat tarik dari laminasi bambu yang dapat bertahan dalam kurun waktu tertentu sehingga laminasi bambu dapat memenuhi syarat untuk digunakan sebagai material bangunan atas kapal. Salah satu metode perlindungan yang dapat dilakukan dengan mudah dari segi aplikasi adalah dengan memberi lapisan cat anti ultraviolet.

Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dikembangkan penelitian mengenai aplikasi cat anti-uv pada laminasi bambu. Penelitian yang sudah dikembangkan sebelumnya masih sebatas pada pengaruh perlakuan cuaca terhadap laminasi bambu dan belum menyentuh pada aspek penerapannya pada bidang industri kapal ikan. Oleh karena hal tersebut, dilakukan penelitian terkait **Studi Pengaruh Penggunaan Cat Anti-uv pada Sifat Mekanis Laminasi Bilah Bambu Sebagai Material Bangunan Atas Kapal Ikan.**

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berkaitan dengan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kuat tarik laminasi bambu yang tidak terekspos sinar matahari dan hujan dengan dan tanpa perlindungan cat anti-uv selama 4, 6, 8, dan 10 minggu?
2. Bagaimana kuat tarik laminasi bambu yang hanya terekspos sinar matahari dengan dan tanpa perlindungan cat anti-uv selama 4, 6, 8, dan 10 minggu?
3. Bagaimana kuat tarik laminasi bambu yang terekspos sinar matahari dan hujan dengan dan tanpa perlindungan cat anti-uv selama 4, 6, 8, dan 10 minggu?
4. Apakah laminasi bambu yang telah mengalami perlakuan cuaca masih layak digunakan sebagai material bangunan atas kapal ikan?
5. Bagaimana perbandingan teknis dan ekonomis laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv dengan laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv sebagai bahan pembuatan bangunan atas kapal ikan?

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tarik laminasi bambu yang tidak terekspos sinar matahari dan hujan dengan dan tanpa perlindungan cat anti-uv selama 4, 6, 8, dan 10 minggu.
2. Menentukan kuat tarik laminasi bambu yang hanya terekspos sinar matahari dengan dan tanpa perlindungan cat anti-uv selama 4, 6, 8, dan 10 minggu.
3. Menentukan kuat tarik laminasi bambu yang terekspos sinar matahari dan hujan dengan dan tanpa perlindungan cat anti-uv selama 4, 6, 8, dan 10 minggu.
4. Menentukan kelayakan bambu laminasi yang telah mengalami perlakuan cuaca sebagai material bangunan atas kapal ikan.
5. Menentukan perbandingan teknis dan ekonomis laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv dengan laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv sebagai bahan pembuatan bangunan atas kapal ikan.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

1. Bambu yang digunakan merupakan bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) dengan usia di atas 3 tahun.
2. Posisi ketinggian bilah bambu yang digunakan di atas 2 meter dari tunggul atau bongkot.
3. Ketebalan cat sesuai dengan *standard coating amount*.
4. Pengujian sifat mekanis yang digunakan merupakan pengujian tarik searah serat bambu (longitudinal).
5. Bangunan atas kapal ikan yang dijadikan acuan merupakan bangunan atas kapal ikan 20 GT.
6. Standar pengujian menggunakan ASTM D3500.
7. Variasi waktu pengujian dimulai dari 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu, dan 10 minggu.

#### **1.5. Manfaat**

Hasil dari penelitian dalam Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat. Di antara manfaat tersebut adalah:

1. Manfaat akademis:

Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap khazanah ilmu pengetahuan terutama di bidang perkapalan, serta menyediakan dasar teori dan bukti empiris untuk dapat berguna pada penelitian selanjutnya sebagai pengembangan lebih lanjut terkait penggunaan laminasi bambu sebagai material bangunan kapal.

2. Manfaat praktis:

Manfaat praktis yang diharapkan adalah sebagai acuan praktis bagi para pelaku industri galangan rakyat kapal ikan dengan memanfaatkan laminasi bilah bambu sebagai material alternatif pengganti kayu yang lebih ekonomis, terutama sebagai material bangunan atas kapal ikan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi para pelaku industri manufaktur cat dalam rangka pengembangan produk-produknya.

## **1.6. Hipotesis**

Hipotesis dari Tugas Akhir ini adalah:

Kekuatan tarik dari laminasi bambu akan bertahan setelah diberi perlindungan cat anti-uv pada kondisi perlakuan cuaca teduh, terkena sinar ultraviolet, dengan sinar ultraviolet dan hujan dalam kurun waktu tertentu. Sedangkan untuk sifat mekanis tarik dari laminasi bambu yang tidak diberi perlindungan cat anti-uv akan mengalami pelapukan serta kerapuhan, yang ditandai dengan menurunnya kuat tarik laminasi bambu tersebut.

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Karakteristik Umum Bambu**

Bambu merupakan salah satu tanaman anggota famili *Gramineae*, yaitu famili tanaman rumput-rumputan dengan klasifikasi memiliki ruas serta rongga di batangnya. Populasi bambu di Indonesia, paling banyak berada di Pulau Jawa, Sumatera, Bali, dan Sulawesi. Populasi bambu yang besar selain karena memiliki manfaat yang banyak bagi kehidupan masyarakat, perawatan tanaman ini sangat mudah dan masa produksinya yang lebih cepat daripada kayu. Menurut (Dransfield & Widjaja, 1995) bahwa populasi yang besar tersebut dikarenakan selain mudah dibudidayakan, bambu juga memiliki jumlah produksi yang tinggi yaitu sekitar 33,4 – 109,2 ton/ha/tahun dengan masa panen yang singkat sekitar 1 – 3 tahun. Selain itu, bambu juga dapat dipanen sepanjang tahun sehingga kontinuitas bahan baku ini dapat terus terjaga.

Bambu merupakan salah satu material yang bersifat *biological* dan *orthotropic*. Pengertian dari material *biological* adalah karena material tersebut berasal dari benda hidup yaitu tanaman. Sedangkan pengertian dari *orthotropic* adalah material yang memiliki sifat yang berbeda pada 3 arah sumbu, yaitu longitudinal, radial, dan tangensial. Hal ini berbeda dengan material logam yang bersifat *isotropic*, yaitu sifat material yang sama pada setiap arah sumbu.

Karakteristik yang terdapat pada bambu sangatlah beragam tergantung pada jenis bambu tersebut. Karakteristik yang dimiliki oleh tiap jenis bambu akan menentukan penggunaannya. Beberapa jenis bambu memiliki karakteristik yang kuat dan berbatang besar sehingga sangat cocok digunakan sebagai bahan baku konstruksi maupun mebel. Namun, ada juga jenis bambu yang memiliki batang tidak terlalu kuat, berukuran kecil, dan memiliki corak atau warna yang hanya bisa digunakan sebagai bahan baku ornamen-ornamen dalam mebel serta pagar rumah. Salah satu jenis bambu yang memiliki karakteristik berbatang kuat dan besar adalah bambu betung (*Dendrocalamus asper*). Bambu betung saat ini sudah banyak digunakan sebagai material konstruksi perumahan serta pengganti baja tulangan pada beton.

##### **2.1.1. Sifat Fisis Bambu Betung**

Bambu betung adalah salah satu jenis tanaman dalam subkeluarga *Bambusoideae* yang memiliki ukuran lingkar batang yang besar. Secara alami, persebaran bambu betung terdapat

pada pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara, hingga Maluku. Pada saat masih muda, ciri yang tampak pada bambu betung adalah batang mudanya ditutupi oleh lapisan berwarna cokelat dan menyerupai kain beludru. Batang muda tersebut lah, yang dikenal sebagai rebung, biasa dimanfaatkan sebagai bahan makanan. Ketika telah mencapai umur produktifnya, bambu betung dapat mencapai ketinggian hingga 10 kaki dan memiliki lingkaran batang hingga 8 inchi. Bambu betung tumbuh dengan baik pada ketinggian >300 mdpl, berbukit, dan beriklim basah (Verhoef, 1957; Sastrapradja., *et.al*, 1977; Sutiyono, 1987; 1988).

Bambu betung memiliki kadar air sekitar 60 – 80 % yang tergantung pada arah memanjang maupun melintang dan tergantung pada umur, waktu penebangan, serta tempat tumbuh. Kondisi udara yang lembab dan berada pada iklim tropis membuat Indonesia menjadi tempat yang idel untuk pertumbuhan bambu betung. Hal tersebut dikarenakan nilai kelembaban udara yang tinggi serta suhu udara yang hangat merupakan faktor yang membuat bambu betung dapat tumbuh dengan baik.

Bambu betung memiliki berat jenis (*density*/kerapatan) yang sangat menentukan sifat-sifat bambu tersebut. Kerapatan yang dimiliki oleh bambu betung berkisar antara 0,5 sampai dengan 0,9 g/cm<sup>3</sup> (Liese, 1980). Keunikan yang dimiliki oleh bambu betung ini adalah bahwa kerapatan yang berada di bagian luar mempunyai nilai lebih tinggi daripada yang berada di bagian dalam. Sedangkan untuk arah memanjang, kerapatan bambu meningkat dari pangkal ke ujung.

### **2.1.2. Sifat Anatomi Bambu Betung**

Sifat anatomi berpengaruh terhadap sifat fisika dan sifat mekanisa bambu betung. Batang bambu betung terdiri dari 50 % parenkim, 40 % serat, dan 10 % jaringan penyalur (pori dan saluran pembuluh) dengan variasi tergantung kepada spesiesnya. Sel-sel parenkim dan pembuluh tapis sebagian besar terdapat pada 1/3 tebal batang bagian dalam, sedangkan serat terdapat pada 1/3 tebal batang bagian luar (Liese, 1985). Selain itu, dinding sel serta lignin yang terdapat pada batang bambu memiliki keunikan, yaitu mirip dengan alang-alang walaupun batangnya bersifat keras. Keunikan tersebut antara lain dikarenakan struktur lignin yang terdapat pada bambu merupakan lignin siringil-guaiasil walaupun proporsi monomer tersebut bisa beragam antar jenis bambu yang lain (Astuti & Nawawi, 2012). Dinding sel serta lignin inilah yang bertanggung jawab terhadap sifat fisis batang bambu betung yang keras.



Gambar 2.1 Letak lignin pada struktur sel tanaman bambu

(Sumber: Phong, *et.al*, 2012)

Anatomi bambu betung, secara umum, mempunyai potongan melintang sebagai berikut:

#### 1. Kulit luar

Kulit luar adalah bagian yang paling luar atau paling atas, biasanya berwarna hijau atau hitam. Tebal kulit bambu relatif seragam pada sepanjang batang yaitu kurang lebih satu 10 milimeter, sifatnya keras dan kaku. Maka dari itu bambu yang tipis akan mempunyai porsi kulit besar, sehingga kekuatan rata-ratanya tinggi, sedangkan pada bambu tebal berlaku sebaliknya.

#### 2. Bagian luar

Bagian ini terletak di bawah kulit atau di antara kulit luar dan bagian tengah. Tebal bagian ini kurang lebih satu milimeter, sifatnya keras dan kaku.

#### 3. Bagian tengah

Bagian tengah terletak di bawah luar atau antara bagian luar dan bagian dalam, disebut juga daging bambu. Tebalnya kurang lebih  $\frac{2}{3}$  dari tebal bambu, seratnya padat dan elastis. Untuk bagian tengah yang paling bawah sifat seratnya agak kasar.

#### 4. Bagian dalam

Bagian dalam adalah bagian yang paling bawah dari tebal bambu, sering disebut pula hati bambu. Sifat serat bagian dalam cukup kaku dan mudah patah.

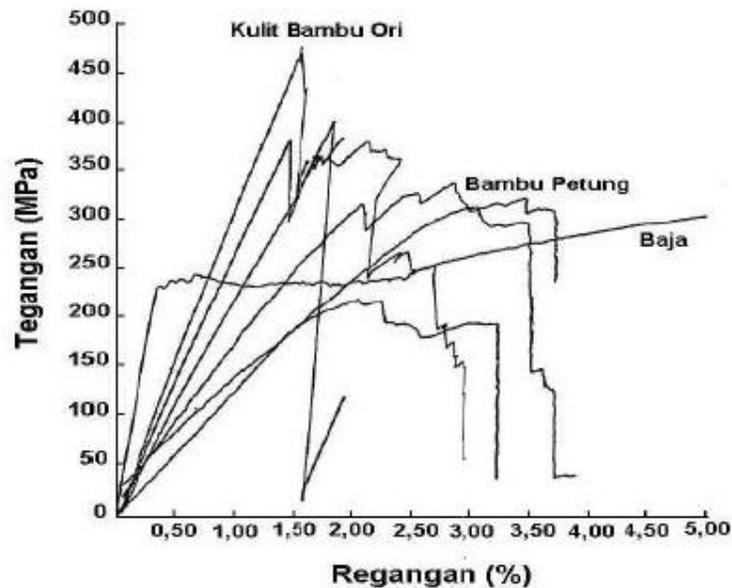
### 2.1.3. Sifat Mekanis Bambu Betung

Pengertian dari material *orthotropic* adalah memiliki sifat mekanis yang berbeda di tiap sumbunya. Sifat mekanis yang dimiliki bambu betung sama seperti material konstruksi lainnya yang dapat diketahui dengan melakukan pengujian-pengujian. Sifat mekanis tersebut adalah:

#### 1. Kuat tarik

Kuat tarik adalah ketahanan suatu material terhadap gaya tarik yang bekerja pada benda tersebut. Pada tahun 1994 – 1993, Morisco telah melakukan pengujian kuat tarik terhadap

empat jenis bambu, yaitu bambu Ori, bambu Betung, bambu Wulung, dan bambu Tutul. Pengujian tarik yang dilakukan tersebut adalah pengujian tarik sejajar serat. Hasil yang didapat adalah kuat tarik untuk bambu Betung lebih besar dari tegangan luluh baja, yakni sebesar 285 MPa. Sedangkan bambu Ori mempunyai kuat tarik sebesar 417 MPa. Nilai tersebut merupakan nilai kuat tarik yang hampir bernilai dua kali lipat dari tegangan luluh baja tulangan beton. Perbandingan kuat tarik bambu yang telah diuji oleh Morisco dapat dilihat pada Gambar 2.2 tentang diagram tegangan-regangan bambu



Gambar 2.2 Diagram perbandingan regangan - tegangan bambu dengan baja  
(Sumber: Morisco, 1999)

## 2. Kuat tekan

Kuat tekan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan gaya dari luar yang bekerja dengan menekan sehingga memeperpendek material tersebut. Kuat tekan sejajar serat yang terjadi pada bambu adalah kemampuan material bambu untuk menahan gaya tekan yang bekerja searah dengan serat bambu. Kuat tekan pada bagian ujung batang bambu Betung adalah sebesar 548 MPa (Morisco, 1999).

## 3. Kuat geser

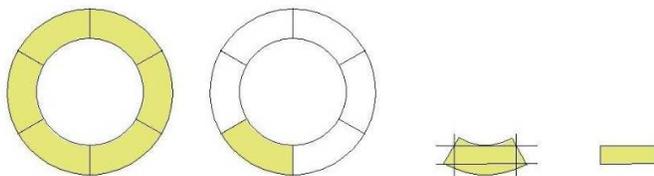
Kuat geser adalah kemampuan suatu material untuk menahan gaya dari luar yang bekerja dengan menekan bagian-bagian material yang berbeda dalam waktu yang bersamaan dan dalam arah yang berbeda. Kuat geser bambu bernilai sangat kecil bila dibandingkan dengan kuat tarik dan kuat tekannya.

#### 4. Kuat lentur

Kuat lentur adalah kekuatan suatu material untuk menahan gaya dari luar yang bekerja untuk membuat suatu material melengkung. Bambu betung merupakan material yang elastis, maka lendutan yang terjadi susai kekuatan bahan menjadi tinggi. Nilai rasio lendutan tersebut adalah sebesar 1/20.

#### 2.2. Teknologi Laminasi Bilah Bambu

Bambu memiliki batang silinder asimetris dengan ukuran diameter yang mengecil dimulai dari bagian pangkal hingga ke ujung batang. Namun demikian, teknik perekatan memungkinkan penggabungan antara beberapa elemen yang tidak seragam menjadi satu kesatuan. Dalam hal ini, terlebih dahulu bambu diproses menjadi bilah berbentuk batang prismatis dengan potongan melintang berupa persegi, dimana bambu utuh dipecah secara memanjang dan kemudian semua sisi diratakan, sehingga dihasilkan bilah bambu yang seragam. Potongan melintang batang bambu yang di proses menjadi bilah bambu laminasi pada awalnya didasari oleh pemikiran dari balok *glulam*.



Gambar 2.3 Penampang melintang pembuatan bilah bambu

Bambu laminasi merupakan balok/papan yang terdiri dari susunan bilah bambu yang melintang dengan diikat oleh perekat tertentu. Pada tahun 1942 bambu laminasi telah digunakan sebagai papan ski di daerah Amerika Serikat. Seiring dengan perkembangan teknologi, bambu laminasi telah dapat digunakan sebagai lantai, kursi, dan furnitur lainnya. Balok laminasi ini memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibanding balok biasa, karena pada proses pembuatannya bambu tersebut sudah disortir terlebih dahulu untuk mengurangi bagian yang tidak bagus.

##### 2.2.1. Proses Pembuatan Laminasi Bilah Bambu

Proses pembuatan bambu laminasi harus memperhatikan beberapa hal yang dapat mempengaruhi hasil laminasi. Berikut merupakan proses pembuatan bambu laminasi:

#### 1. Pemotongan/penebangan Batang Bambu

Pada umumnya cara penebangan yang dilakukan oleh masyarakat adalah, dengan tebang tanpa pilih (tebang habis). Untuk kondisi daerah tropis, penebangan dilakukan pada musim kemarau supaya kadar air yang ada dalam buluh bambu lebih rendah sehingga tidak mudah diserang kumbang bubuk basah. Penebangan dilakukan dengan memotong bambu setinggi kurang dari 30 cm dari permukaan tanah. Pemotongan dapat dilakukan dengan menggunakan golok atau alat sejenis yang cocok. Penebangan pertama hanya dapat dilakukan apabila bambu sudah benar-benar mencapai umur di atas 3 – 4 tahun setelah penanaman. Dari sekelompok bambu sebaiknya ditinggalkan antara 10 batang, ini dimaksudkan untuk menjaga bambu muda yang tumbuh dan menjaga pertumbuhan akar secara baik. Umur bambu antara 3 – 4 tahun sudah menunjukkan kualitas bambu yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi. Setelah penebangan, cabang-cabang harus dibuang dengan hati-hati supaya tidak merusak kulit bagian luar bambu karena jika rusak, memudahkan organisme perusak menyerang dan mengakibatkan rusaknya bambu.

#### 2. Proses *Cross Cutting*

Batang bambu dari *storage* dipotong sesuai kebutuhan mendapatkan ukuran bambu laminasi nantinya dengan menggunakan mesin *cross cutting*. Dalam proses ini digunakan, batang bambu dipotong dengan ukuran panjang 115 cm. Sehingga dari satu batang bambu betung yang panjangnya hingga 20 m didapatkan 17 potong batang bambu.

#### 3. *Splitting*

Batang bambu yang telah dipotong-potong selanjutnya akan dirajang, yaitu membuat batang bambu menjadi bilah-bilah dalam arah memanjang. Untuk satu batang bambu yang telah dipotong sebelumnya, dirajang menjadi bilah-bilah. Setelah batang bambu dirajang menjadi bilah-bilah, maka perlu dilakukan penyortiran mengenai ukuran dari hasil proses perajangan tersebut. Tujuan dari penyortiran ini adalah memudahkan dalam proses pengeleman nantinya.

#### 4. *Four-side planning*

Pada proses ini, bilah bambu dibentuk menjadi empat persegi. Hal ini dilakukan agar pada proses pengeleman selanjutnya, bilah tidak mengalami *gap*. Sehingga proses pengeleman akan lebih baik dan rapi. Pada proses ini juga bentuk dari bilah disesuaikan dengan ukuran bambu laminasi yang akan dicapai.

#### 5. *Sorting & Gluing*

Bilah bambu yang telah dikeringkan disortir kembali berdasarkan ukuran dan warna. Hal ini dilakukan untuk penyeragaman bentuk dan warna sebelum perekatan. Jenis-jenis

lem/perekat saat ini sudah berkembang dan memiliki kelebihan seperti: tahan terhadap panas, kelembaban (*moisture*), dan kemampuan rekat yang optimal melebihi kuat serat kayu sendiri.

#### 6. Teknologi *Cold Press*

Proses dengan menggunakan mesin kempa dingin dilakukan dengan gaya tekan vertikal 10 kg/cm<sup>2</sup> serta beban samping 2,5 kg untuk laminasi arah horisontal dan juga 10 kg/cm<sup>2</sup> untuk gaya tekan samping serta 2,5 kg gaya tekan vertikal untuk vertikal laminasi. Lamanya proses tekan panas ini tergantung dari ketebalan yang ingin dicapai dari laminasi. Teknologi perekat ini menggunakan lem *epoxy polyamide*.

#### 7. *Board Shaping*

Pada tahap ini bambu laminasi telah terbentuk, namun perlu dilakukan pemeriksaan terhadap bentuk yang dihasilkan. Bila ternyata masih terdapat bentuk pada laminasi dimana masih terdapat sudut-sudut yang kurang baik, maka dilakukan pembentukan kembali dengan bantuan mesin *grinding* serta kedua ujung laminasi dipotong untuk kemudian dibentuk lagi dalam *shaping machine*.

### **2.2.2. Keunggulan Laminasi Bilah Bambu**

Kekuatan bambu laminasi terhadap abrasi dan momen lentur cukup tinggi. Berdasarkan hasil penelitian tentang ketahanan lantai bambu laminasi terhadap abrasi diperoleh kesimpulan bahwa, ketahanan lantai bambu laminasi adalah sekitar 130 persen dari ketahanan lantai kayu Kempas (*Koompasia malaccensis*), atau sekitar lima kali ketahanan kayu karet. Bambu laminasi yang dihasilkan jika dibandingkan dengan papan partikel secara acak, mempunyai MoR 4-7 kali dan MoE 4-6 kali lebih besar. Mengingat kekuatan tersebut, bambu laminasi cocok digunakan sebagai dinding bangunan atas kapal ikan dan material konstruksi lainnya. Secara garis besar, keuntungan yang dapat diperoleh dari teknologi laminasi antara lain (Suprijanto & Kusmawan, 2009):

1. Teknologi laminasi secara tidak langsung dapat mengatasi masalah retak, pecah, ataupun cacat akibat pengeringan karena terdiri atas lembaran-lembaran tipis, sehingga pengeringan lebih cepat dan mudah.
2. Produk laminasi yang berlapis-lapis memungkinkan untuk memanfaatkan lapisan berkualitas lebih rendah untuk disisipkan di antara lapisan luar dan lapisan dalam seperti halnya produk kayu lapis.

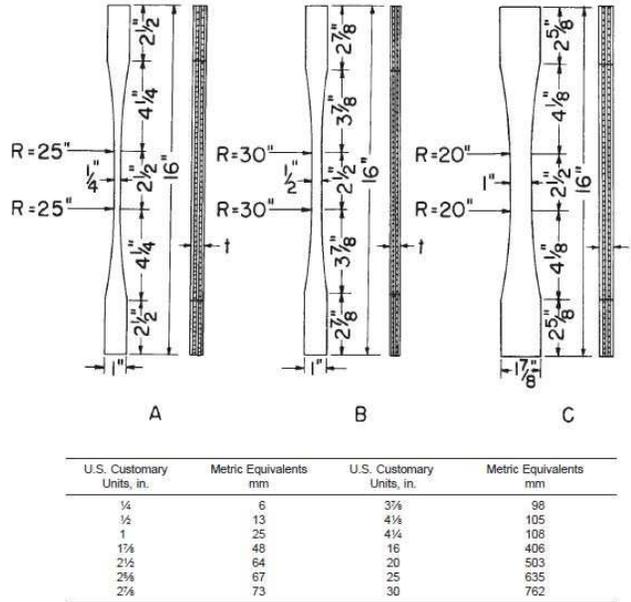
3. Teknologi laminasi memungkinkan pembuatan struktur berukuran bentang besar yang lebih stabil karena seluruh komponen yang digunakan telah dikeringkan sebelum dibentuk menjadi produk laminasi.
4. Arah serat laminasi dapat dipasang bersilangan, sehingga susunan ini akan menjadikan kembang susut produk tidak terlalu besar.

### **2.3. Pengujian Kekuatan Tarik Pada Laminasi Bambu**

Pengujian sifat mekanis pada laminasi bambu dilakukan untuk menentukan sifat-sifat mekanis yang dimiliki oleh material laminasi bilah bambu. Pengujian sifat mekanis dilakukan dengan memberi beban tertentu kepada spesimen laminasi bambu hingga terjadi kerusakan. Sehingga, dengan melakukan pengujian sifat mekanis ini, didapatkan pengetahuan terkait kekuatan yang dimiliki oleh material laminasi bilah bambu untuk menahan beban yang bekerja dari luar hingga akhirnya rusak (*destructive-test*).

Uji sifat mekanis tarik dengan material laminasi bilah bambu merupakan tergolong uji sifat mekanis untuk material kayu dan komposit yang meliputi *plywood*, papan laminasi, papan komposit, dan papan lapis lainnya yang berbahan dasar kayu dalam standar pengujian *American Standard Testing and Material* (ASTM) dengan kode D3500. Pengujian sifat mekanis tarik laminasi bilah bambu dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan terkait kekuatan material laminasi bilah bambu terhadap gaya tarik yang bekerja dari luar material tersebut. Pengujian tarik, yang mengacu pada (ASTM D3500, 2003), dilakukan dengan pembuatan spesimen yang terbagi menjadi dua metode pengujian, yaitu metode pengujian A dan metode pengujian B.

Metode pengujian A digunakan bila spesimen mempunyai ukuran yang kecil. Metode inilah yang digunakan dalam pengujian tarik laminasi bilah bambu karena ukuran bilah bambu yang cenderung kecil. Ukuran spesimen untuk metode pengujian A ini dibagi menjadi 3 jenis ukuran, yaitu jenis A, jenis B, dan jenis C. Spesimen jenis A merupakan spesimen pengujian tarik laminasi bilah bambu dengan ukuran yang kecil. Jenis A ini digunakan ketika tebal bilah yang digunakan dalam laminasi bilah bambu sebesar lebih dari  $\frac{1}{4}$  inci atau 6 mm. Spesimen jenis B digunakan apabila ukuran bilah dalam laminasi sebesar kurang dari sama dengan  $\frac{1}{4}$  inci atau 6 mm. Sedangkan spesimen jenis C digunakan apabila arah serat dari kayu yang digunakan selain dari  $0^\circ$  dan  $90^\circ$  dengan tanpa memperhatikan ketebalan bilahnya. Ukuran ketebalan maupun lebar dari spesimen lebih detail dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bentuk dan ukuran spesimen metode pengujian tarik A ASTM D3500

(Sumber: ASTM D3500, 2003)

Nilai kuat tarik (*stress*) spesimen laminasi bilah bambu ASTM D3500 dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{P_{maks}}{A_0} \quad (2.1)$$

Di mana:

$\sigma$  = kuat tarik [N/mm<sup>2</sup>]

$P_{maks}$  = Beban maksimum [N]

$A_0$  = Luas penampang spesimen [mm<sup>2</sup>].

Sedangkan untuk nilai regangan pada spesimen laminasi bambu ASTM D3500 berdasarkan pada rumus:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.2)$$

Di mana:

$\epsilon$  = Regangan [%]

$\Delta L$  =  $L_1 - L_0$  [mm]

$L_0$  = Panjang awal [mm].

Dengan berdasarkan pada rumus (2.1) dengan (2.2), maka dapat diketahui nilai modulus elastisitas (MoE) tarik spesimen bambu laminasi yang dijabarkan pada rumus berikut:

$$MoE = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2.3).$$

## **2.4. Pengertian Serta Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Cuaca Dan Iklim**

Cuaca dan iklim merupakan keadaan atmosfer pada suatu tempat dalam jangka waktu tertentu. Cuaca dan iklim dipengaruhi oleh banyak faktor yang berkaitan dengan atmosfer. Namun, cuaca dan iklim memiliki perbedaan dalam hal luas cakupan dan waktu terjadinya. Cuaca merupakan kondisi udara pada daerah yang lebih sempit dan terjadi dalam waktu yang singkat. Sehingga, kondisi cuaca pada suatu daerah dengan daerah lain dapat berbeda dan dalam suatu waktu akan berbeda pula. Sedangkan iklim merupakan kondisi udara yang terjadi pada daerah yang sangat luas serta dalam kurun waktu yang relatif lama.

Cuaca dan iklim terjadi akibat beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi udara di suatu tempat. Faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi udara, yang merupakan unsur cuaca dan iklim, sangat penting untuk diketahui karena merupakan acuan banyak hal dalam kehidupan yang bergantung kepada kondisi cuaca dan iklim. Mempelajari unsur cuaca dan iklim dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk melakukan peramalan cuaca yang akan terjadi selanjutnya (*forecasting*). Unsur-unsur yang membentuk cuaca dan iklim tersebut (Barry & Chorley, 2003) adalah:

### **1. Penyinaran matahari dan suhu udara**

Unsur pembentuk cuaca dan iklim yang pertama adalah penyinaran matahari serta suhu udara. Penyinaran matahari yang dimaksud adalah intensitas sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi di suatu daerah. Proses penyinaran matahari merupakan emisi energi panas dalam bentuk radiasi gelombang panjang (*incoming solar radiation/insolation*). Dengan adanya perambatan energi panas dari matahari menuju bumi, maka secara otomatis suhu udara di bumi juga akan terpengaruhi. Penyinaran matahari di setiap belahan bumi berbeda-beda tergantung dari:

- Keadaan awan

Keadaan awan menjadi faktor penentu penyinaran matahari di muka bumi karena awan menjadi penentu banyak sedikitnya sinar matahari yang akan diterima oleh permukaan bumi. Apabila jumlah awan banyak dan tebal / mendung, sebagian dari sinar matahari akan diserap oleh awan sehingga permukaan bumi tidak akan memperoleh penyinaran secara maksimal sehingga suhu bumi akan lebih rendah daripada daerah lain yang memperoleh penyinaran maksimal.

- **Kondisi relief bumi**

Faktor penentu penyinaran selanjutnya adalah kondisi relief permukaan bumi. Bentuk permukaan bumi yang tidak rata akan menyebabkan perbedaan intensitas penyinaran matahari ke permukaan bumi. Permukaan bumi yang lebih tinggi akan memperoleh penyinaran maksimal karena jumlah awan tebal yang semakin sedikit sehingga akan banyak mendapatkan penyinaran matahari. Selain itu, kondisi permukaan bumi yang terdiri dari daratan dan perairan juga mempengaruhi penyerapan panas dari penyinaran matahari. Wilayah daratan akan lebih cepat menjadi panas apabila terkena penyinaran oleh matahari dibandingkan dengan lautan.

- **Sudut datang matahari**

Sudut penyinaran matahari juga sangat berpengaruh dalam menentukan banyak sedikitnya sinar matahari yang masuk ke permukaan bumi. Apabila matahari dalam keadaan tegak, maka sudut datang matahari akan semakin kecil, sehingga panas yang diterima bumi akan semakin banyak. Begitu juga apabila matahari dalam keadaan miring, maka sudut datang matahari akan semakin besar sehingga membuat panas matahari yang diterima bumi pun akan semakin sedikit.

- **Lama penyinaran matahari**

Lama penyinaran dari matahari akan mempengaruhi sedikit banyaknya panas yang akan ditransfer ke bumi. Daerah yang menerima penyinaran lebih lama akan lebih panas dibandingkan dengan daerah yang menerima penyinaran lebih cepat.

Suhu udara di suatu tempat akan mempengaruhi tekanan udara di tempat tersebut. Suhu udara yang rendah akan membuat tekanan udara di tempat tersebut tinggi, begitu juga sebaliknya apabila suhu udara di suatu tempat tinggi maka tekanan udara di tempat tersebut akan lebih rendah. Dengan adanya perbedaan tekanan udara tersebut, maka udara akan mengalir dari tempat dengan tekanan udara tinggi menuju tempat dengan tekanan udara rendah. Udara yang mengalir ini dinamakan angin dan dapat dirasakan oleh makhluk hidup serta akan mempengaruhi banyak hal di muka bumi. Suhu udara diukur dengan menggunakan termometer.

## **2. Angin**

Unsur dari cuaca dan juga iklim yang selanjutnya adalah angin. Angin menjadi salah satu unsur pembentuk cuaca dan iklim karena dengan angin, kumpulan titik-titik air dan kristal-kristal es di udara yang disebut awan, dapat terbawa. Apabila awan yang terbawa telah berkumpul dan mengandung massa air yang sangat berat, maka akan terjadi hujan.

Selain itu, apabila angin menuju tempat dengan suhu yang sangat ekstrem, maka gerakan angin akan sangat cepat sehingga dapat menyebabkan badai. Kecepatan angin di suatu daerah dapat diukur dengan menggunakan alat yang bernama anemometer.

### **3. Kelembapan udara**

Kelembapan udara merupakan banyak sedikitnya uap air yang ada di udara. Kelembapan udara ini akan mempengaruhi pengendapan air di udara dan dapat juga berupa awan, kabut, embun, serta hujan. Kelembapan udara yang ada di suatu tempat dapat diukur dengan menggunakan suatu alat yang disebut higrometer. Kelembapan udara sendiri terdiri dari dua macam yaitu kelembapan relatif dan kelembapan absolut. Kelembapan relatif merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah uap air yang terkandung di dalam campuran air dan udara dalam fase gas. Sedangkan kelembapan absolut adalah massa dari uap air pada volume tertentu campuran udara atau gas dalam satuan gram per meter kubik ( $\text{g/m}^3$ ).

### **4. Curah hujan**

Unsur yang terakhir adalah curah hujan. Curah hujan merupakan tingkat hujan yang turun di suatu daerah. Peristiwa hujan sendiri merupakan jatuhnya rintik-rintik air dari awan yang terbentuk akibat adanya penyinaran matahari kepada wilayah perairan seperti danau, waduk, sungai, dan laut. Air yang berada di wilayah perairan tersebut akan menguap dan pada titik ketinggian tertentu uap air tersebut akan berkumpul dan berubah menjadi awan. Apabila awan telah mencapai massa jenuhnya, maka awan kemudian akan melepaskan kandungannya sebagai hujan. Curah hujan suatu tempat dapat diukur dengan menggunakan alat yang dinamakan ombrometer dengan satuan dalam milimeter (mm).

#### **2.5. *Finishing* Pada Laminasi Bilah Bambu Dengan Cat Anti-UV**

*Finishing* pada kayu merupakan proses pelapisan pada kayu dengan menggunakan cat agar kayu terlihat lebih indah dan awet penggunaannya. Hal tersebut sudah sejak zaman dahulu kala diterapkan pada bagian konstruksi dengan material kayu agar usia konstruksi lebih lama (Hasluck, 1897). *Finishing* pada bagian konstruksi dengan material bambu dapat dilakukan layaknya *Finishing* pada kayu karena kesamaan asalnya, yaitu tanaman yang memiliki serat dari pembuluh xilem dan floem. Oleh karena itu, *Finishing* pada laminasi bambu dapat juga

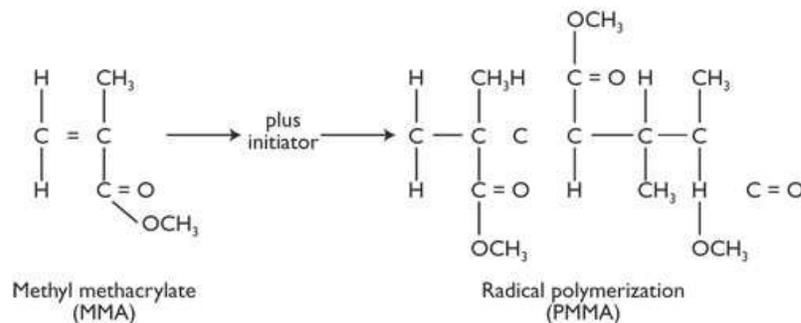
menggunakan metode yang sama dengan metode *Finishing* pada kayu sebagai material konstruksi.

Laminasi bilah bambu yang digunakan sebagai material bangunan atas kapal ikan merupakan bagian konstruksi pada kapal yang tidak terkena air secara langsung namun akan terkena perlakuan cuaca (panas matahari dan hujan) secara terus-menerus. Penerapan *Finishing* yang baik akan mampu melindungi laminasi bilah bambu agar dapat bertahan dari perlakuan cuaca serta parasit-parasit yang menyerang. *Finishing* dapat dilakukan dengan menggunakan cat eksterior. Menurut (USDA, 2010), perlindungan material kayu dan bambu sebagai material eksterior dengan cat haruslah tahan dari sinar ultraviolet baik bagi substrat (material) yang dilindungi maupun pigmen cat itu sendiri.

Cat eksterior, secara umum, mempunyai komposisi yaitu *binder* (pengikat), pewarna, *solvent* (pelarut), serta zat aditif untuk meningkatkan keuntungan pada cat tersebut (Supomo, Diktat Ajar, 2003). *Binder* yang biasa digunakan pada cat eksterior untuk kayu adalah:

### 1. Akrilik

Resin akrilik merupakan plastik yang dihasilkan melalui reaksi kimia dengan memanfaatkan polimerisasi inisiator dan panas pada monomer *methyl methacrylate* (MMA). Oleh karena itu, nama kimia dari resin akrilik adalah *polymethylmethacrylate* (PMMA) namun secara umum disebut sebagai akrilik atau resin. Sifat dari resin akrilik ini adalah cair dan tidak berwarna.



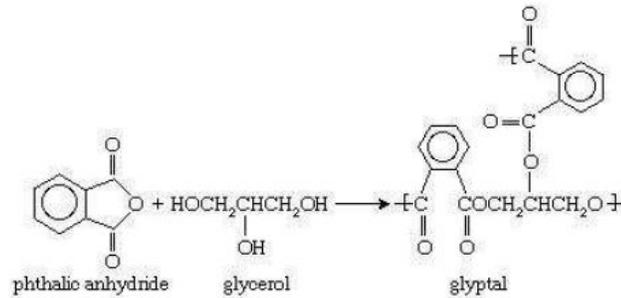
Gambar 2.5 Proses polimerisasi dari monomer MMA menjadi (PMMA)

(Sumber: Riesterer, n.d.)

### 2. Resin Alkid

Resin alkid merupakan minyak polyester termodifikasi yang digunakan sebagai agen pembentuk lapisan (*film*). Dikembangkan pada tahun 1920, cat enamel berbahan dasar resin alkid merupakan salah satu cat yang sangat banyak digunakan pada dunia industri. Nama alkid sendiri merupakan singkatan dari *alkyl* (singkatan dari *alcohol*) dan *acid*. Resin alkid

merupakan reaksi dari polimerisasi antara alkohol seperti gliserol dengan *dicarboxylic acid* atau anhidridanya. Reaksi tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 2.6.

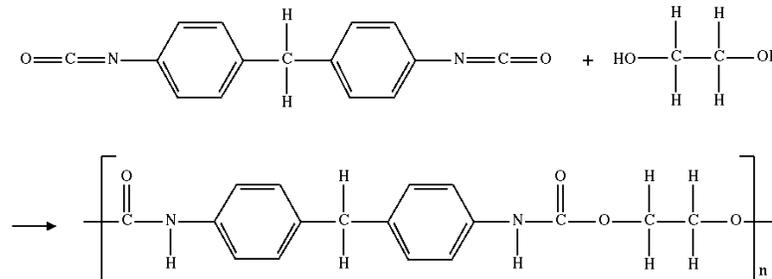


Gambar 2.6 Reaksi pembentukan resin alkid dari *Phthalic Anhydride* dengan gliserol

(Sumber: The Editors of Encyclopaedia Britannica, n.d.)

### 3. Polyurethane

*Polyurethane* adalah polimer yang tersusun dari senyawa organik yang dihubungkan oleh *carbamate (urethane)*. Kebanyakan *Polyurethane* merupakan polimer *thermoset* yang tidak meleleh saat dipanaskan, walaupun terdapat juga *thermoplastic Polyurethane*. *Polyurethane* secara sederhana dan secara umum, dibentuk dari reaksi di- atau tri-*polyisocyanate* dengan sebuah *polyol*. *Isocyanates* dan *polyols* digunakan untuk membuat *polyurethane* yang rata-rata terdapat dua atau lebih grup fungsional per molekul. Susunan *Polyurethane* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Susunan kimia *Polyurethane*

(Sumber: Cyfer, 2018)

Selain jenis pengikat pada cat eksterior yang disebutkan di atas, terdapat jenis pengikat lainnya yang terkandung dalam beberapa merek cat eksterior dengan kemampuan pengikatan serta ketahanan pada kondisi-kondisi tertentu. Jenis-jenis pengikat tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Jenis Pengikat Pada Cat

Jenis Pengikat	Cara Pengeringan	Ketahanan Terhadap Asam	Ketahanan Terhadap Air	Ketahanan Terhadap Basa	Ketahanan Terhadap Pelarut	Ketahanan Terhadap Udara Luar
Minyak rami mentah Minyak rami masak	Polimerisasi oksidatif udara	Cukup	Buruk sekali	Cukup	Cukup	Buruk/ Cukup
Vernis oleoresin	Kondensasi pemanasan /kondensasi udara/polimerisasi oksidatif	Cukup	Buruk sekali	Cukup baik	Buruk	Cukup baik
Alkid oil length panjang	Polimerisasi oksidatif udara	Cukup	Buruk	Cukup	Buruk	Buruk sekali
Alkid oil length sedang	Polimerisasi kondensasi udara/ oksidatif pemanasan	Cukup	Buruk	Cukup baik	Cukup	Baik sekali
Alkid oil length pendek	Polimerisasi kondensasi pemanasan	Cukup	Cukup	Baik	Cukup baik	Baik sekali
Campuran urea formaldehida alkid	Polimerisasi kondensasi pemanasan	Cukup baik	Cukup baik	Baik sekali	Baik	Cukup
Campuran melamin formaldehida alkid	Polimerisasi kondensasi pemanasan	Cukup baik	Cukup baik	Baik sekali	Baik	Baik sekali
Amino kaposid atau campuran resin fenolat	Polimerisasi kondensasi pemanasan	Baik	Baik	Baik sekali	Baik sekali	Baik
Resin vinil	Evaporasi pelarut udara	Baik sekali	Baik sekali	Baik sekali	Baik	Baik
Karet diklorinasi	Evaporasi pelarut udara	Baik	Baik	Baik sekali	Buruk	Baik

(Sumber: Supomo, 2003)

Cat eksterior juga mengandung zat aditif yang merupakan zat tambahan melindungi substrat serta cat itu sendiri. Zat aditif yang ditambahkan biasanya adalah anti jamur, anti kelembaban, anti ultraviolet, serta anti-sagging agar cat yang diaplikasikan dapat menutup dengan sempurna.

Pewarnaan pada proses *finishing* laminasi bilah bambu juga merupakan hal yang penting. Hal tersebut sangat bergantung pada pewarna yang digunakan dalam cat sebagai *finishing agent* pada laminasi bilah bambu. Pewarna yang digunakan haruslah sesuai dengan tipe *finishing* serta proteksi yang akan dilakukan pada laminasi bilah bambu.

## 2.6. Bangunan Atas Pada Kapal Ikan

Kapal ikan yang merupakan alat pengangkut muatan hasil laut secara umum memiliki ruangan di atas geladak yang berfungsi sebagai ruang kemudi, ruang penyimpanan alat tangkap, dan juga ruang akomodasi bagi anak buah kapal dan sering disebut sebagai bangunan atas. Bangunan atas pada kapal ikan tradisional biasanya hanya digunakan sebagai ruang kemudi dengan berisi kemudi, alat navigasi, alat komunikasi, serta tempat tidur. Hal tersebut dikarenakan jangkauan pelayaran kapal ikan tradisional tidak terlalu jauh dan lama berlayar yang hanya sekitar sebulan. Oleh karena itu, akomodasi yang dibawa oleh anak buah kapal tidaklah terlalu banyak.

Bangunan atas pada kapal ikan tradisional umumnya mempunyai luasan yang tidak terlalu besar sehingga pada struktur konstruksinya tidak membutuhkan penguatan yang terlalu banyak. Menurut (BKI, 2015) tentang *Guidance for FRP and Wooden Fishing Vessels up to 24 m*, bangunan atas diatur penguatannya berdasarkan syarat minimum tebal dinding, tebal geladak, serta luas penampang dari *Carlines* bangunan atas tersebut. Perhitungan tebal dinding, tebal geladak bangunan atas, serta luas penampang *Carlines* tersebut merupakan fungsi dari panjang konstruksi (L), lebar (B), serta tinggi  $H_1$  dari kapal ikan. Selain itu, syarat minimum tebal dinding serta tebal geladak bangunan atas kapal ikan ditentukan dari material yang digunakan. Secara umum, material yang ditentukan oleh BKI adalah balok kayu pejal (*solid wood*) serta kayu lapis (*plywood*). Penentuan tebal dinding, tebal geladak bangunan atas, dan luas penampang *Carlines* berdasarkan fungsi L, B, dan  $H_1$  pada aturan BKI dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Syarat Minimum Tebal Dinding, Tebal Geladak Bangunan Atas, dan Luas Penampang *Carlines*

L (B/3 + H1)	Superstructure side walls		Superstructure deck		<i>Carlines</i>
	Solid wood	Plywood	Solid wood	Plywood	
m <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>
7	18	9	8	6	7
8,5	18	10	8	6	7
10	19	11	9	6	9
11,5	19	12	9	6	11
13	20	13	10	6	12
14,5	20	13	10	7	13
16	21	14	11	7	14
17,5	21	14	12	8	15
19	22	15	12	8	16
20,5	22	15	13	8	17
22	23	15	14	9	18

L (B/3 + H1)	Superstructure side walls		Superstructure deck		Carlines
	Solid wood	Plywood	Solid wood	Plywood	
23,5	23	15	14	9	19
25	23	15	15	10	20
27	24	16	15	10	21
29	24	16	16	10	22
31	24	16	16	11	23
33	24	16	17	11	24
35	24	18	17	11	25
37	25	18	18	11	26
39	25		18	12	26
41	25		19	12	27
43	25		19	12	28
46	25		20	13	29
49	26		20	13	30
52	26		21	13	31
55	26		21	13	32
58	27		21	14	33
61	27		22	14	34
64	27		22	14	35
67	27		23	15	36
71	28		23	15	37
75	28		24	15	38
80	29		24	15	39
85	29		24	16	40
90	30		25	16	41
96	30		25	16	42
102	31		25	16	43
108	31		26	16	44
115	32		26	17	45
122	33		27	17	45
130	34		27	17	46
140	35		27	17	47

(Sumber: BKI, 2015)

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Persiapan Material Laminasi Bilah Bambu**

##### **3.1.1. Pemilihan dan Pengawetan Bambu**

Material utama yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah bambu jenis Betung (*Dendrocalamus asper*). Bambu betung diperoleh dari hasil tanam penduduk di sekitar Taman Hutan Raya Raden Soerjo, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur. Bambu yang digunakan merupakan bambu dengan usia tanam di atas tiga tahun serta berada dua meter di atas bongkotnya. Bambu yang telah dipilih tersebut kemudian dipecah menjadi bilah-bilah dengan lebar sekitar 50 cm dan panjang empat meter. Kebutuhan bilah bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekitar 80 bilah bambu.

Bambu yang telah dipecah menjadi bilah-bilah tersebut masih belum dapat digunakan karena bambu masih harus diawetkan. Pengawetan dilakukan agar bilah-bilah bambu lebih tahan terhadap pelapukan. Pengawetan bilah-bilah bambu tersebut dilakukan dengan cara tradisional, yaitu dengan perendaman dalam air selama kurun waktu tertentu. Pengawetan dengan metode perendaman dalam air memiliki beberapa keuntungan dan kekurangan. Keuntungan yang diperoleh pada pengawetan bambu dengan metode perendaman dalam air adalah selain murah serta perendaman dalam air dapat dilakukan di mana saja seperti di sungai. Sedangkan kekurangan dari pengawetan dengan metode perendaman dalam air adalah akan menghasilkan noda lumpur yang menempel pada bambu serta menghasilkan bau tidak sedap.



Gambar 3.1 Bilah-bilah bambu yang telah dilakukan pengawetan dan siap dikirim

### 3.1.2. Pemrosesan Bilah Bambu

Bilah-bilah bambu yang masih terdapat buku-buku serta kulit tidak dapat langsung digunakan dalam pembuatan laminasi bilah bambu. Bilah-bilah harus melalui proses pembersihan buku-buku serta kulit dan juga diseragamkan ketebalannya agar dapat dengan mudah diproses menjadi laminasi bilah bambu. Proses pembersihan buku-buku serta kulit dan penyeragaman ketebalan dilakukan dengan menggunakan mesin *Planer* semiotomatis (*semi-automatic planer machine*). Ketebalan bilah bambu yang ditentukan adalah sebesar enam milimeter. Selanjutnya, bilah bambu dipotong secara melintang dengan menggunakan gergaji manual sepanjang satu meter. Pemotongan tersebut dilakukan agar proses pembuatan laminasi bilah bambu semakin mudah.



Gambar 3.2 Proses pengetaman bilah bambu dengan mesin *planer* semiotomatis (*semi-automatic planer machine*)

Bilah-bilah bambu yang telah seragam ketebalannya, bila dilihat potongan secara melintang, lebar bilah bambu masih belum seragam dan tidak rata. Oleh karena itu, kedua sisi lebar bilah tersebut juga harus diseragamkan dengan menggunakan mesin *Planer* manual (*handplaner*). Ukuran lebar yang diharapkan dari pengetaman sisi bilah-bilah ini adalah sebesar tiga centimeter sehingga diperoleh dimensi akhir bilah dengan ukuran 1000 x 25 x 6 mm. Selain itu, dengan dilakukannya proses pengetaman sisi ini, kulit-kulit bambu bagian luar yang masih tersisa banyak di tepi bilah dapat ikut terbuang. Hal tersebut dikarenakan kulit bambu sangat resisten terhadap perekat sehingga akan menjadi sangat tidak menguntungkan.



Gambar 3.3 Proses pengetaman sisi bilah-bilah bambu dengan mesin *planer* manual (*handplaner machine*)

Kulit bambu yang tersisa pada bagian dalam juga bersifat resisten terhadap perekat sehingga dapat menyebabkan perekat menjadi tidak maksimal. Untuk itu, sebelum dibentuk menjadi papan laminasi, kulit bagian harus dibersihkan lagi dengan menggunakan piringan amplas (*flapdisk*) dan mesin gerinda. Sedangkan kulit bagian luar yang masih tersisa setelah proses pengetaman sisi, dapat dibersihkan lagi dengan menggunakan arit.

## **3.2. Persiapan Spesimen Uji**

### **3.2.1. Pembuatan Spesimen Uji**

Spesimen uji dibentuk dari papan-papan laminasi utuh yang bahan bakunya adalah bilah-bilah bambu yang telah dilakukan proses pembersihan. Urutan langkah-langkah pembuatan papan-papan laminasi dijelaskan sebagai berikut:

1. Bilah-bilah disusun dan diberi nomor sebagai perencanaan awal papan laminasi yang akan dibentuk.
2. Bilah-bilah disusun satu-persatu dengan susunan tumpuk bata sebanyak empat lapis dengan ukuran papan masing-masing 1000 x 400 x 24 mm.
3. Perekat epoksi poliamid disiapkan dengan rasio resin-*hardener* adalah 1:1 dalam satuan berat.
4. Susunan bilah-bilah bambu yang telah diberi nomor kemudian diletakkan sesuai urutannya di atas meja press yang diberi alas kertas. Setelah itu, tiap lapisan diberikan perekat secara merata dengan menggunakan kapi. Proses pemberian perekat dilakukan kembali di lapisan atasnya secara berulang hingga mencapai lapisan paling atas.

5. Setelah proses pemberian perekat selesai, lapisan terakhir ditutupi kertas diikuti pemberian profil-profil baja segaris dengan baut press agar pengempaan merata pada seluruh bagian papan.
6. Diamkan selama 12 jam untuk proses pengeringan perekat agar merekat secara sempurna dan memiliki kekuatan.
7. Papan laminasi yang telah kering kemudian dibersihkan dari sisa kertas yang menempel dan perekat yang berlebih dengan menggunakan mesin *Planer* semiotomatis dan amplas.
8. Selanjutnya, papan laminasi yang telah dibersihkan, dibentuk menjadi spesimen uji tarik dengan ukuran dimensi yang disyaratkan pada gambar 2.4.

### **3.2.2. Pengaplikasian Cat Eksterior Anti-UV pada Spesimen**

Pengaplikasian cat eksterior dilakukan pada 36 spesimen dengan metode aplikasi menggunakan kuas. Cat yang digunakan dalam pengaplikasian pada spesimen uji adalah jenis cat lasur dengan sifat yang menyerap ke dalam serat material bilah bambu. Urutan langkah-langkah dalam pengaplikasian cat eksterior pada material laminasi bilah bambu adalah:

1. Bersihkan terlebih dahulu spesimen yang akan diaplikasikan cat eksterior dengan menggunakan amplas no. 180. Pengamplasan dilakukan dengan tujuan untuk membuka pori-pori dari bilah bambu serta membersihkan sisa-sisa perekat yang terdapat pada bilah bambu.
2. Cat eksterior yang akan diaplikasikan kemudian disiapkan bersamaan dengan persiapan alat pengecatan berupa kuas.
3. Oleskan cat pada spesimen uji dengan menggunakan kuas secara merata untuk lapisan pertama.
4. Setelah dioleskan, tunggu hingga cat mengering dengan diangin-anginkan selama 6 hingga 8 jam. Tujuan dari diangin-anginkannya spesimen uji ini adalah agar pelarut (*solvent*) yang terdapat pada cat dapat dengan mudah menguap dan cat menjadi kering.
5. Sebelum dilakukan pengecatan lapisan kedua, spesimen uji yang telah kering lapisan pertama catnya diampas lagi dengan kertas amplas no. 240. Pengamplasan kedua ini dilakukan agar lapisan cat yang kedua dapat meresap ke dalam pori-pori material bilah bambu serta menghilangkan kotoran yang menempel pada saat pengecatan lapisan kedua.

6. Oleskan kembali cat pada spesimen uji dengan kuas secara merata.
7. Pada lapisan kedua ini, proses pengeringan cukup sampai cat kering apabila disentuh.
8. Apabila lapisan kedua cat telah kering, ulangi kembali seperti yang dijelaskan pada poin nomor lima untuk lapisan ketiga agar perlindungan cat menjadi lebih sempurna.
9. Setelah lapisan ketiga cat mengering, maka spesimen uji siap untuk diberikan perlakuan (*treatment*).



Gambar 3.4 Proses pengaplikasian cat pada spesimen laminasi bilah bambu dengan menggunakan kuas

### 3.3. Perlakuan Spesimen Uji

Spesimen uji diberikan kode dan nomor berdasarkan variasi dan jumlahnya guna mempermudah pengumpulan data. Kode 4 MG, 6 MG, 8 MG, dan 10 MG adalah kode untuk spesimen uji dengan perlakuan berturut-turut selama empat minggu, enam minggu, delapan minggu, dan sepuluh minggu. Kode Te, Pa, dan Hu adalah kode untuk spesimen dengan perlakuan berturut-turut tidak terekspos sinar matahari dan hujan, hanya terekspos sinar matahari, serta terekspos sinar matahari dan hujan. Perlakuan dilakukan secara alamiah untuk mengetahui efek dari perlakuan alam terhadap laminasi bilah bambu. Sedangkan kode NC dan C adalah kode untuk spesimen tanpa aplikasi cat (*non-coating*) dan dengan aplikasi cat (*coating*). Sementara itu, kode terakhir dengan nomor 1 s.d. 3 merupakan nomor spesimen.



Gambar 3.5 Contoh spesimen yang telah diberi penomoran

### 3.3.1. Perlakuan Spesimen Tidak Terekspos Sinar Matahari dan Hujan

Perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan pada spesimen uji dilakukan di dua tempat agar memudahkan dalam pengontrolan. Laboratorium Teknologi Produksi dan Manajemen Perkapalan, Departemen Teknik Perkapalan, FTK-ITS serta pelataran kos yang teduh menjadi pilihan tempat perlakuan spesimen tidak terekspos sinar matahari dan hujan. Perlakuan dilakukan di dalam ruangan agar spesimen uji terlindung dari cahaya matahari serta hujan. Spesimen uji terbagi menjadi dua variasi aplikasi cat: spesimen uji dengan aplikasi cat anti-uv serta spesimen uji tanpa aplikasi cat anti-uv. Setelah itu, spesimen uji diberikan kode Te dan diletakkan serta dibiarkan di dalam ruang bilik praktikum laboratorium Teknologi Produksi dan Manajemen Perkapalan pada suhu ruang dengan berdasarkan empat variasi waktu perlakuan: empat minggu, enam minggu, delapan minggu, dan sepuluh minggu. Setiap variasi memiliki tiga spesimen uji sehingga total spesimen uji untuk perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan memiliki dua puluh empat buah spesimen. Proses perlakuan spesimen tidak terekspos sinar matahari dan hujan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Perlakuan spesimen dengan aplikasi cat tidak terekspos sinar matahari dan hujan

### 3.3.2. Perlakuan Spesimen Hanya Terekspos Sinar Matahari

Proses perlakuan ini dilakukan dengan menggunakan meja yang diberi kaca pada bagian atas serta plastik di bagian sampingnya agar spesimen uji dapat terkena sinar matahari secara terus-menerus namun tetap terlindung dari hujan. Perlakuan spesimen hanya terekspos sinar matahari dilakukan di pelataran rumah kos, di daerah Sukolilo, Surabaya pada bagian yang terbuka sehingga spesimen uji dapat terkena sinar matahari. Spesimen uji yang telah diberikan kode Pa kemudian diletakkan di dalam meja yang telah disusun sedemikian rupa dengan kaca dan plastik. Spesimen uji pada perlakuan panas dibagi menjadi dua variasi: spesimen dengan aplikasi cat serta spesimen tanpa aplikasi cat, di mana selanjutnya variasi tersebut dibagi lagi menjadi empat variasi waktu perlakuan: 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu, dan 10 minggu. Jumlah spesimen pada masing-masing variasi terdapat tiga buah spesimen uji sehingga total spesimen pada perlakuan terkena panas berjumlah dua puluh empat buah spesimen uji. Sebagai gambaran, proses perlakuan spesimen dengan hanya terekspos sinar matahari dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Proses perlakuan spesimen hanya terekspos sinar matahari

### 3.3.3. Perlakuan Spesimen Terekspos Sinar Matahari dan Hujan

Perlakuan spesimen terekspos sinar matahari dan hujan dilakukan dengan cara menjemur spesimen di tempat terbuka di daerah Sukolilo, Surabaya. Proses penjemuran dilakukan dengan menempatkan spesimen uji di tempat yang sering terkena cahaya matahari serta hujan. Spesimen uji yang telah diberikan kode Hu kemudian diletakkan pada suatu wadah penyangga dan ditempatkan di atap rumah kos. Spesimen uji pada perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan, secara keseluruhan, terbagi menjadi dua variasi yaitu spesimen dengan aplikasi cat serta spesimen tanpa aplikasi cat, di mana selanjutnya variasi tersebut dibagi lagi menjadi empat variasi waktu perlakuan: 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu, dan 10 minggu. Jumlah

spesimen pada masing-masing variasi terdapat tiga buah spesimen uji sehingga total spesimen pada perlakuan terkena panas dan hujan berjumlah dua puluh empat buah spesimen uji. Gambar 3.8 merupakan proses perlakuan spesimen terekspos sinar matahari dan hujan dilakukan.



Gambar 3.8 Proses perlakuan spesimen terekspos sinar matahari dan hujan

### 3.4. Pengujian Kekuatan Tarik Laminasi Bilah Bambu

Pengujian kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui kuat tarik material laminasi bilah bambu yang telah mengalami perlakuan cuaca selama beberapa waktu. Pengujian kekuatan tarik dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, FTK-ITS. Pengujian kekuatan tarik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan kapasitas pembebanan hingga 200 kN seperti yang terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Universal Testing Machine* (UTM) berkapasitas 200 kN

Spesimen laminasi bilah bambu yang telah diberikan perlakuan cuaca dibersihkan terlebih dahulu terutama pada spesimen dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan dari kotoran yang menempel selama perlakuan. Spesimen dengan aplikasi cat anti-uv juga turut dibersihkan pada bagian ujung (*grip*) dari cat dengan menggunakan amplas no. 80. Hal tersebut dilakukan agar pada saat pengujian, bagian ujung spesimen, tidak mengalami kemuluran ketika dicengkram oleh *grip* mesin uji tarik.

Spesimen-spesimen yang telah dibersihkan selanjutnya diukur luas penampang melintang bagian tengahnya. Langkah pengukuran luas penampang adalah dengan mengukur tebal dan lebar penampang bagian tengah spesimen. Pengukuran tersebut dilakukan dengan menggunakan alat ukur jangka sorong seperti yang terlihat pada Gambar 3.10. Selanjutnya, hasil pengukuran lebar dan tebal tiap spesimen tersebut dikali agar menghasilkan nilai luas penampang melintang bagian tengah spesimen ( $A_0$ ). Nilai  $A_0$  digunakan dalam mencari nilai kuat tarik spesimen sesuai dengan rumus (2.1).



Gambar 3.10 Pengukuran lebar pada bagian tengah spesimen dengan menggunakan jangka sorong

Pengujian tarik dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) diatur terlebih dahulu dengan menggunakan skala beban 40 kN atau 100 kN. Selanjutnya, jarum penunjuk beban pada UTM diatur pada posisi nol (0) terlebih dahulu sebelum pengujian tarik dimulai. Pembebanan diberikan secara kontinyu selama pengujian tarik dilakukan dan dengan laju pembebanan yang konstan. Pembebanan tersebut dilakukan hingga spesimen uji patah di bagian tengah. Spesimen yang sedang dilakukan pengujian tarik, pada UTM, haruslah dikontrol pada bagian *grip*-nya, seperti pada Gambar 3.11, untuk menghindari selip sehingga grafik beban pada kertas *milimeter block* dapat terekam dengan baik. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar pembacaan beban maksimum yang diterima oleh spesimen lebih mudah dan menambah keakurasian pengujian tarik yang dilakukan dengan menggunakan UTM.

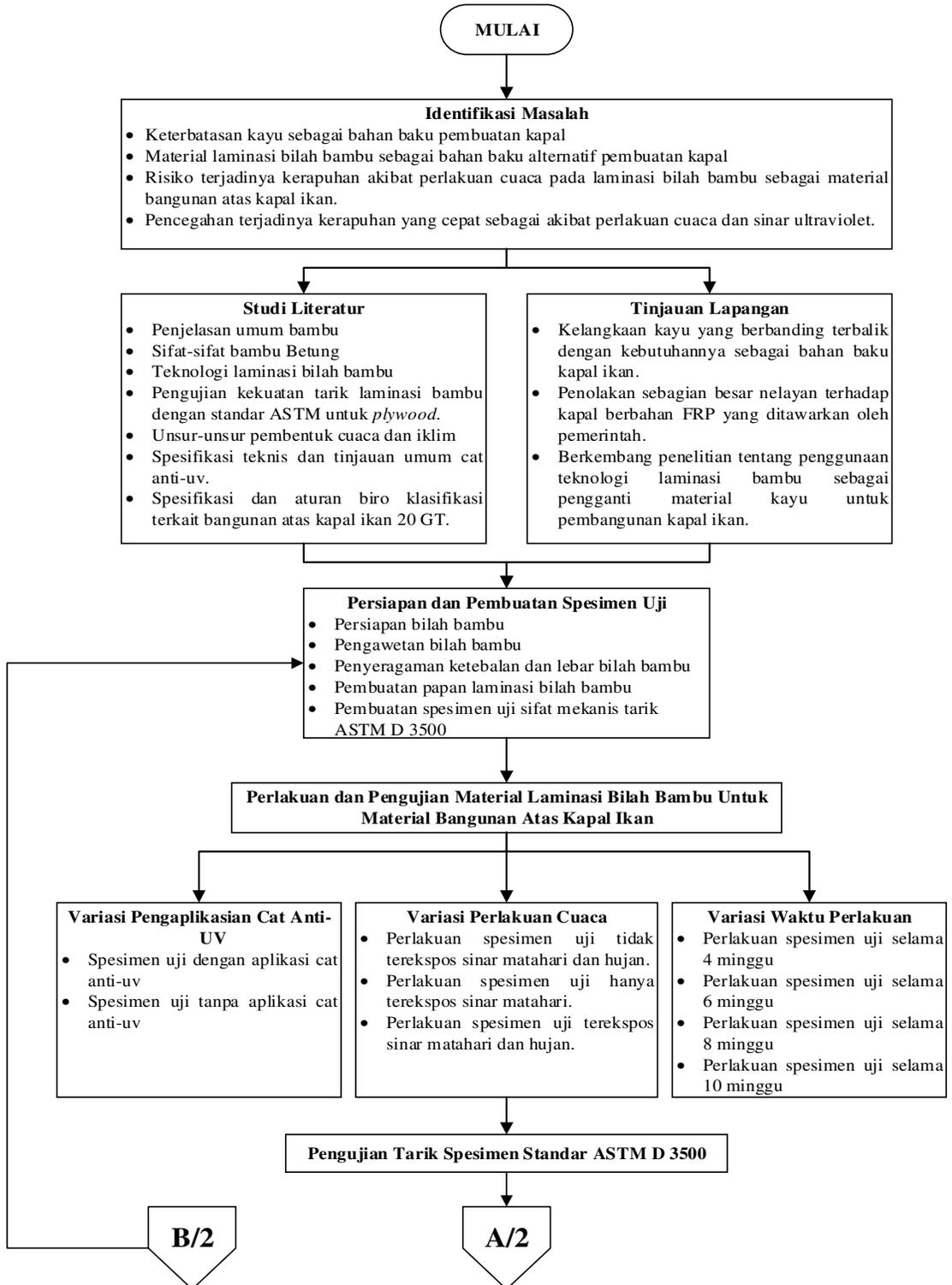


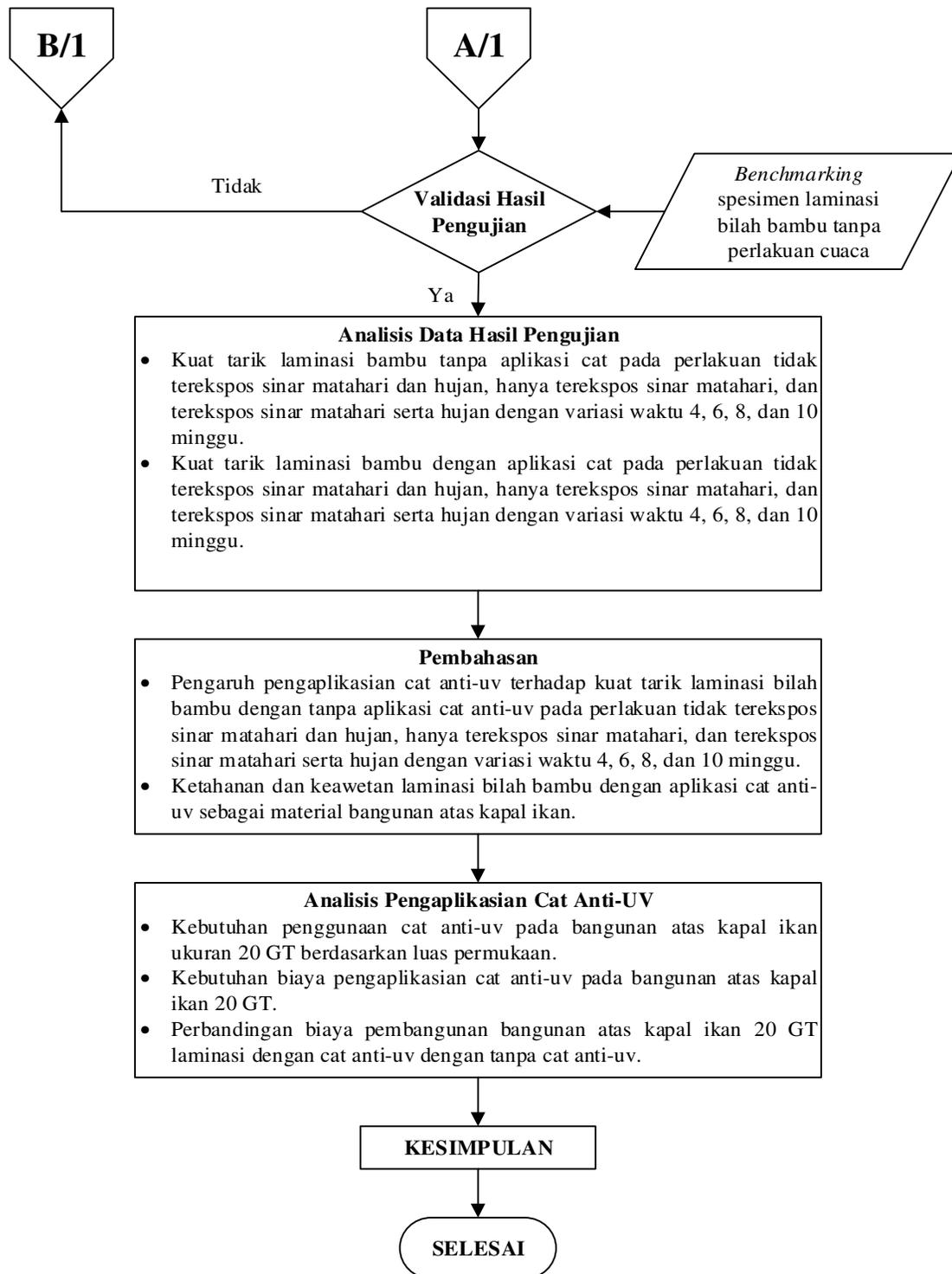
Gambar 3.11 Proses pengujian tarik spesimen laminasi bilah bambu

### 3.5. Analisis Teknis dan Ekonomis

Analisis teknis dilakukan untuk mendapatkan apakah terdapat pengaruh oleh perlakuan cuaca terhadap kuat tarik laminasi bilah bambu. Selanjutnya, perubahan kuat tarik yang terjadi akibat pengaruh perlakuan cuaca dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan umur yang dapat dicapai laminasi bilah bambu bila digunakan sebagai material bangunan atas kapal ikan 20 GT. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *mean forecasting* pada rata-rata perubahan kuat tarik laminasi bilah bambu setelah diberikan perlakuan cuaca setiap 2 minggu. Acuan kuat tarik minimum yang digunakan adalah sebesar 40 MPa dengan merujuk pada aturan BKI tentang Peraturan Kapal Kayu.

Perhitungan ekonomis dilakukan dengan menghitung biaya pembangunan serta pengecatan bangunan atas kapal ikan 20 GT berbahan laminasi bilah bambu. Setelah itu, dilakukan perbandingan dengan mengacu pada masa pakai laminasi bilah bambu yang tidak diberi perlindungan cat anti-uv dan yang diberi perlindungan cat anti-uv. Perbandingan ekonomis dilakukan untuk mendapatkan gambaran selisih biaya total yang harus dikeluarkan apabila laminasi bilah bambu tanpa cat anti-uv digunakan sebagai material bangunan atas kapal ikan 20 GT dengan yang diberikan cat anti-uv.





Gambar 3.12 Diagram alir penelitian

## **BAB 4**

### **DATA HASIL PENGUJIAN**

#### **4.1. Pendahuluan**

Data hasil pengujian material laminasi bambu akan disajikan dan dijelaskan dalam bab ini. Hasil pengujian didapat setelah material laminasi bilah bambu selesai diberikan perlakuan cuaca selama waktu perlakuan empat minggu, enam minggu, delapan minggu, serta sepuluh minggu dan kemudian dilakukan pengujian tarik. Proses pengujian tarik dilakukan agar kekuatan material laminasi bilah bambu terhadap variasi perlakuan cuaca dapat diketahui secara pasti berdasarkan parameter-parameter yang ada dalam standar pengujian tarik yang digunakan, yaitu ASTM D3500.

Hasil pengujian tarik yang dilakukan terhadap spesimen ditampilkan dalam bentuk grafik. Nilai yang dapat diambil dari grafik tersebut adalah Beban Maksimum (*F-Ultimate*) yang diterima material serta Perpanjangan (*Elongation*) saat material diberi gaya tarik. Nilai dari kedua parameter tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan besar kuat tarik (*tensile strength*) dan modulus elastisitas (*modulus of elasticity*) dari material laminasi bilah bambu.

#### **4.2. Benchmarking Kekuatan Tarik Laminasi Bilah Bambu**

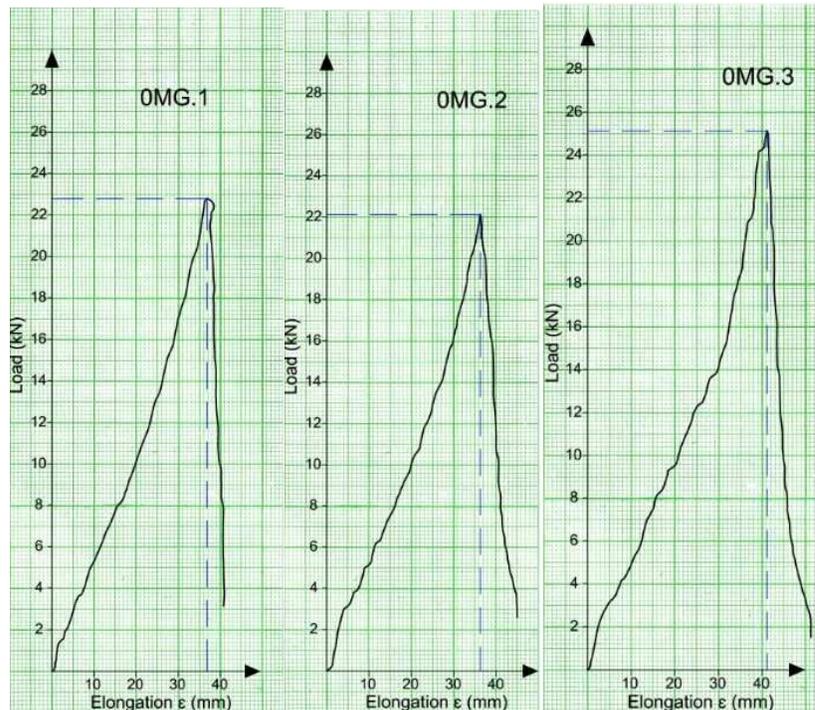
Spesimen laminasi bilah bambu perlu dilakukan *benchmarking* kekuatan tarik serta modulus elastisitasnya untuk selanjutnya digunakan sebagai acuan terhadap material yang diberi variasi perlakuan cuaca. *Benchmarking* dilakukan dengan menguji kekuatan tarik pada material laminasi bilah bambu yang belum diberi perlakuan cuaca serta diberi perlindungan anti-uv. Nilai kuat tarik serta modulus elastisitas yang telah didapat kemudian dijadikan sebagai acuan kekuatan tarik material laminasi bilah bambu yang telah diberi perlindungan anti-uv maupun yang tidak diberi perlindungan anti-uv serta telah diberi variasi perlakuan cuaca.

Data pengujian tarik laminasi bilah bambu yang tidak mengalami perlakuan cuaca berupa beban maksimum sebelum spesimen putus terangkum dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Pengujian Tarik Laminasi Bilah Bambu yang Tidak Mengalami Perlakuan Cuaca

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	0MG.1	0 (Nol)	10,75	19,72	211,990	22,80	64,00	37,34
2	0MG.2	0 (Nol)	11,19	18,51	207,127	22,20	64,00	36,24
3	0MG.3	0 (Nol)	11,22	19,58	219,688	25,20	64,00	41,17

Nilai  $F_{Ultimate}$  yang terlihat dalam Tabel 4.1 merupakan nilai beban maksimum yang didapat pada saat pengujian tarik dilakukan dan juga merupakan nilai beban ketika spesimen laminasi bilah bambu putus. Sedangkan nilai *Elongation* merupakan nilai perpanjangan yang dialami spesimen ketika ditarik oleh mesin uji hingga akhirnya putus. Pada spesimen pertama (0MG.1), beban tarik maksimum yang dapat diterima oleh spesimen adalah sebesar 22,80 kN dengan nilai perpanjangan sebesar 37,34 mm. Untuk spesimen kedua (0MG.2), beban tarik maksimum yang didapat adalah sebesar 22,20 kN dan perpanjangan sebesar 36,24 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (0MG.3), beban maksimum yang diterima adalah sebesar 25,20 kN dengan nilai perpanjangan sebesar 41,17 mm. Sebagai contoh grafik hasil pengujian untuk spesimen pertama ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik beban hasil pengujian spesimen tanpa perlakuan (*benchmark*)

### 4.3. Pengujian Pada Spesimen Tanpa Aplikasi Cat Anti-UV

Nilai beban maksimum dan total regangan berdasarkan grafik beban-regangan yang tercatat selama uji tarik didapat dan selanjutnya diolah dengan menggunakan formulasi ASTM D3500 untuk menghitung kekuatan tarik dari laminasi bilah bambu. Hasil akhir kekuatan tarik spesimen uji didapat dari nilai rata-rata pada tiga kali pengujian per variasi, di mana perlakuan di dalam ruangan menggunakan dua belas buah spesimen untuk empat variasi waktu, perlakuan dengan hanya terekspos sinar matahari menggunakan dua belas buah spesimen dengan empat variasi waktu, sedangkan perlakuan ruang terbuka menggunakan dua belas buah spesimen dengan empat variasi waktu.

#### 4.3.1. Perlakuan Spesimen Tidak Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Te.NC)

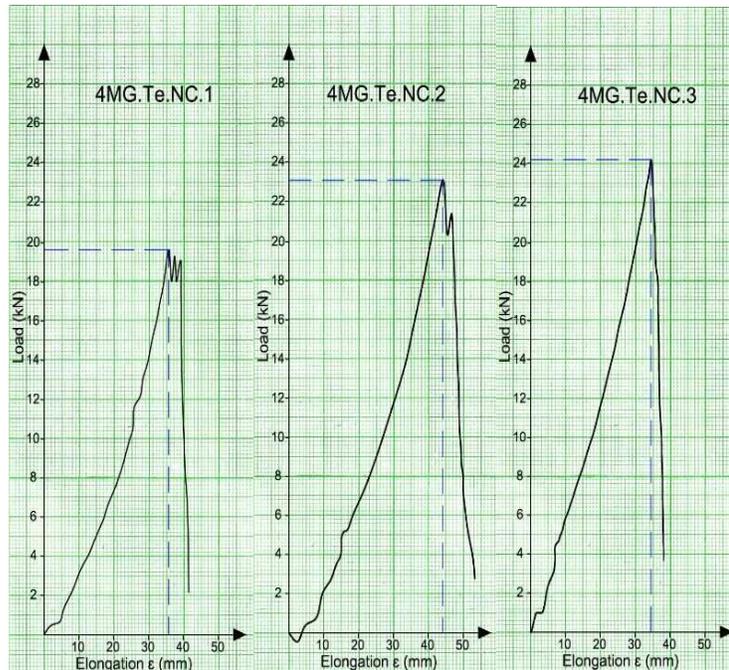
##### 1. Perlakuan selama 4 (empat) minggu

Hasil uji tarik spesimen laminasi bilah bambu setelah perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	F-Ultimate (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	4MG.Te.NC.1	4 (empat)	10,04	19,12	191,965	19,60	64,00	36,23
2	4MG.Te.NC.2	4 (empat)	10,10	19,78	199,778	23,20	64,00	44,83
3	4MG.Te.NC.3	4 (empat)	10,78	19,86	214,091	24,20	64,00	34,94

Data beban maksimum dan perpanjangan yang didapat dari pengujian spesimen laminasi bilah bambu tanpa perlindungan cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu diperoleh bahwa untuk spesimen pertama (4MG.Te.NC.1) menerima beban tarik maksimum sebesar 19,60 kN dan perpanjangan sebesar 36,23 mm. Pada spesimen kedua (4MG.Te.NC.2), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 23,20 kN dan perpanjangan sebesar 44,83 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (4MG.Te.NC.3), beban tarik yang diterima adalah sebesar 24,20 kN dan perpanjangan sebesar 34,94 mm. Dari hasil yang telah dirangkum dalam Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa spesimen 4MG.Te.NC.3 memiliki nilai beban tarik maksimum yang paling besar. Grafik beban-perpanjangan hasil pengujian tarik spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (4 minggu)

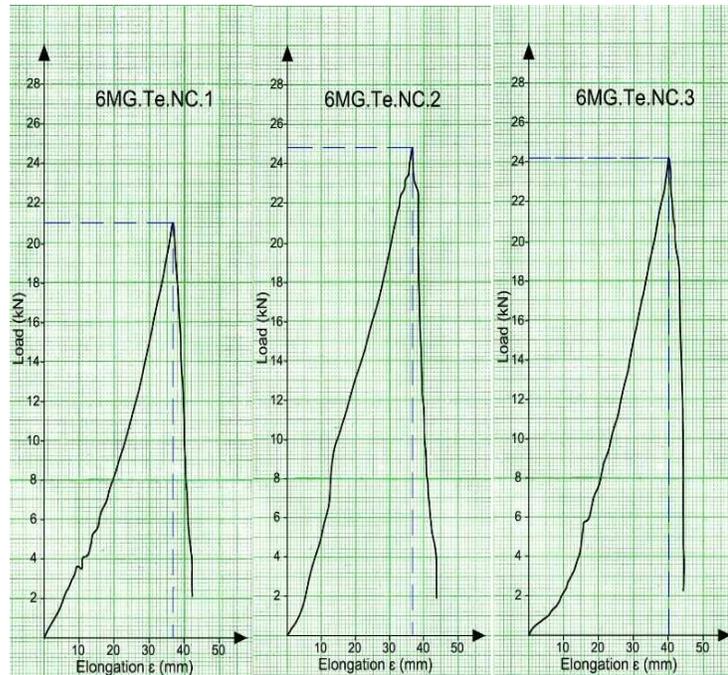
2. Perlakuan selama 6 (enam) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu menghasilkan data berupa beban tarik maksimum serta perpanjangan seperti yang terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Aplikasi Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (6 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	F-Ultimate (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	6MG.Te.NC.1	6 (enam)	10,00	19,52	195,200	21,00	64,00	37,18
2	6MG.Te.NC.2	6 (enam)	9,90	19,96	197,604	24,80	64,00	37,04
3	6MG.Te.NC.3	6 (enam)	11,98	19,78	236,964	24,20	64,00	40,56

Data beban maksimum dan perpanjangan yang didapat dari pengujian spesimen laminasi bilah bambu tanpa perlindungan cat anti-uv tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu diperoleh bahwa untuk spesimen pertama (6MG.Te.NC.1) memiliki beban tarik maksimum sebesar 21,00 kN dan perpanjangan sebesar 37,18 mm. Pada spesimen kedua (6MG.Te.NC.2), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 24,80 kN dan perpanjangan sebesar 37,04 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (6MG.Te.NC.3), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 24,20 kN dan perpanjangan sebesar 40,56 mm. Grafik beban tarik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (6 minggu)

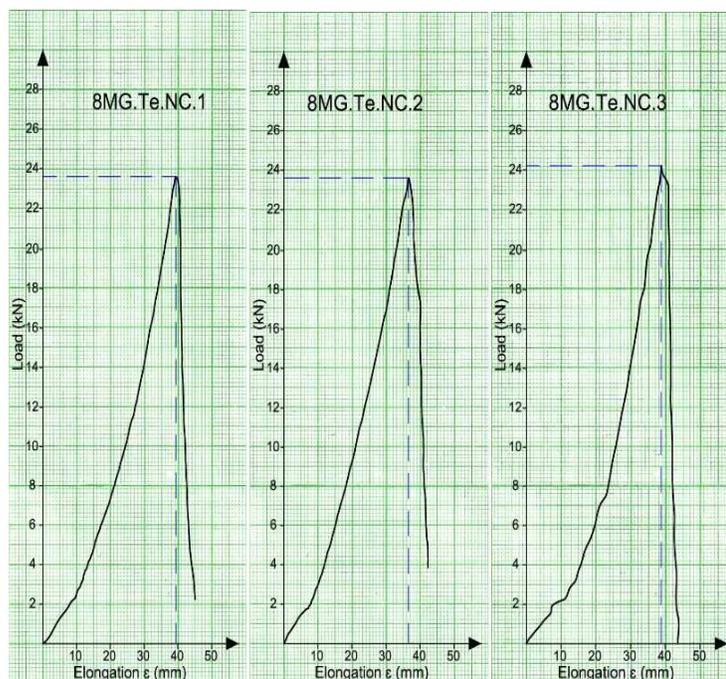
### 3. Perlakuan selama 8 (delapan) minggu

Hasil uji tarik spesimen laminasi bilah bambu setelah perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama delapan minggu dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (8 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	$F_{Ultimate}$ (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	8MG.Te.NC.1	8 (delapan)	10,40	19,40	201,760	23,60	64,00	39,87
2	8MG.Te.NC.2	8 (delapan)	11,70	19,00	222,300	23,60	64,00	37,04
3	8MG.Te.NC.3	8 (delapan)	11,80	19,00	224,200	24,20	64,00	39,25

Data beban maksimum dan perpanjangan yang didapat dari pengujian spesimen laminasi bilah bambu tanpa perlindungan cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu diperoleh bahwa untuk spesimen pertama (6MG.Te.NC.1) memiliki beban tarik maksimum sebesar 23,60 kN dan perpanjangan sebesar 39,87 mm. Pada spesimen kedua (6MG.Te.NC.2), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 23,60 kN dan perpanjangan sebesar 37,04 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (6MG.Te.NC.3), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 24,20 kN dan perpanjangan sebesar 39,25 mm. Grafik beban tarik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (8 minggu)

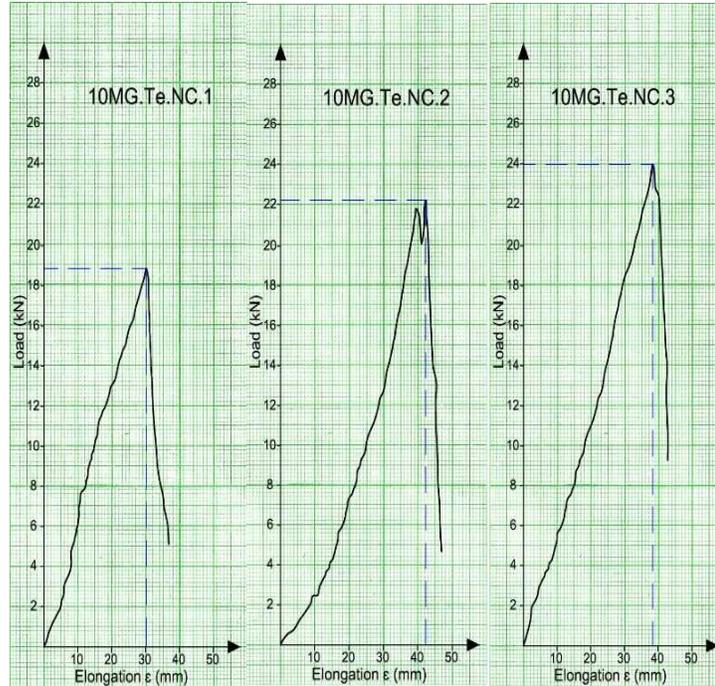
#### 4. Perlakuan selama 10 (sepuluh) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa perlindungan cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama sepuluh minggu menghasilkan data berupa beban tarik maksimum serta perpanjangan seperti yang terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (10 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	$F_{Ultimate}$ (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	10MG.Te.NC.1	10 (sepuluh)	8,60	19,40	166,840	18,80	64,00	30,52
2	10MG.Te.NC.2	10 (sepuluh)	10,70	19,60	209,720	22,60	64,00	42,78
3	10MG.Te.NC.3	10 (sepuluh)	11,30	19,60	221,480	24,00	64,00	38,85

Data beban maksimum dan perpanjangan yang didapat dari pengujian spesimen laminasi bilah bambu tanpa perlindungan cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama sepuluh minggu diperoleh bahwa untuk spesimen pertama (10MG.Te.NC.1) memiliki beban tarik maksimum sebesar 18,00 kN dan perpanjangan sebesar 30,52 mm. Pada spesimen kedua (10MG.Te.NC.2), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 22,60 kN dan perpanjangan sebesar 42,78 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (10MG.Te.NC.3), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 24,00 kN dan perpanjangan sebesar 38,85 mm. Grafik beban tarik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (10 minggu)

#### 4.3.2. Perlakuan Spesimen Hanya Terekspos Sinar Matahari (Kode Pa.NC)

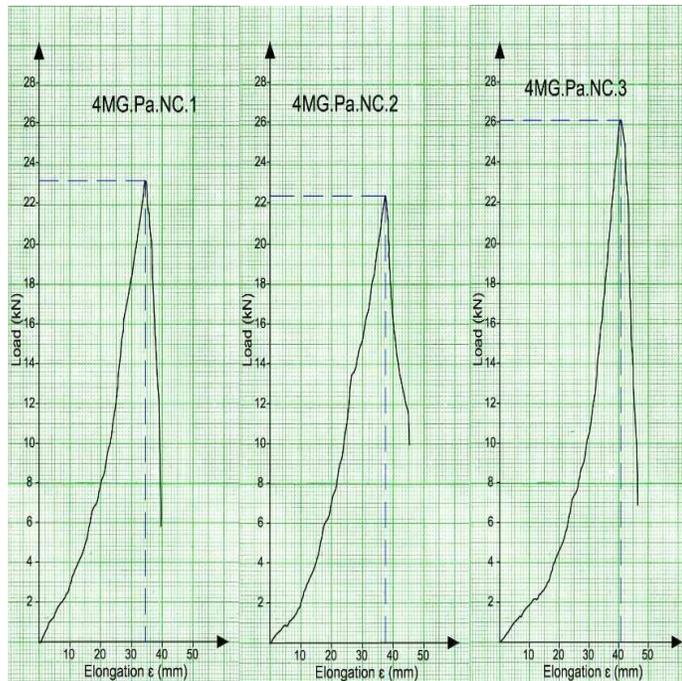
##### 1. Perlakuan selama 4 (empat) minggu

Data hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv hanya terekspos sinar matahari kaca selama empat minggu dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Uji Tarik Laminasi Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (4 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	$F_{Ultimate}$ (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	4MG.Pa.NC.1	4 (empat)	9,36	19,10	178,776	23,20	64,00	34,56
2	4MG.Pa.NC.2	4 (empat)	10,06	19,31	194,259	22,40	64,00	37,84
3	4MG.Pa.NC.3	4 (empat)	11,03	18,29	201,739	26,20	64,00	41,18

Data beban maksimum dan perpanjangan yang didapat dari pengujian spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv hanya terekspos sinar matahari selama empat minggu diperoleh bahwa untuk spesimen pertama (4MG.Pa.NC.1) memiliki beban tarik maksimum sebesar 23,20 kN dan perpanjangan sebesar 34,56 mm. Pada spesimen kedua (4MG.Pa.NC.2), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 22,40 kN dan perpanjangan sebesar 37,84 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (4MG.Pa.NC.3), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 26,20 kN dan perpanjangan sebesar 41,18 mm. Grafik pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari (4 minggu)

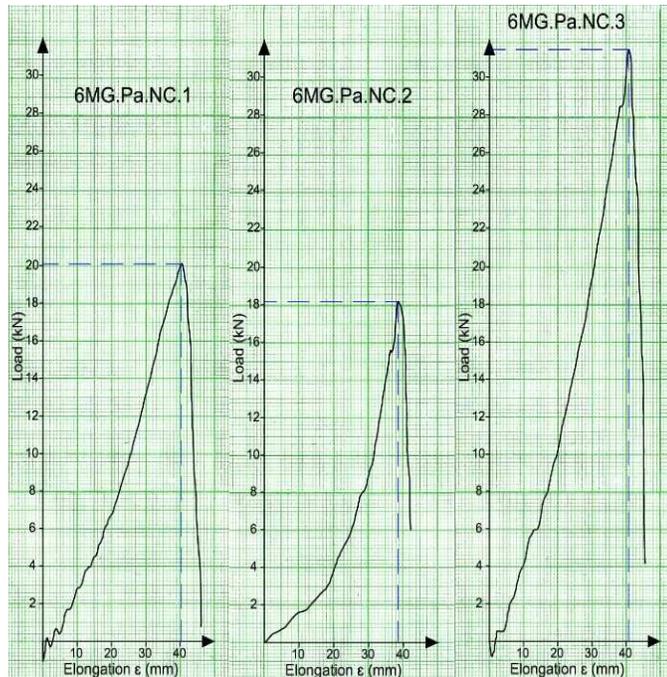
## 2. Perlakuan selama 6 (enam) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari selama enam minggu menghasilkan data berupa beban tarik maksimum serta perpanjangan seperti yang terlihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (6 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	$F_{Ultimate}$ (kN)	$L_0$ (mm)	Elongation (mm)
1	6MG.Pa.NC.1	6 (enam)	11,11	20,01	222,311	20,10	64,00	40,82
2	6MG.Pa.NC.2	6 (enam)	8,98	20,86	187,323	18,20	64,00	38,85
3	6MG.Pa.NC.3	6 (enam)	9,82	19,46	191,097	32,80	64,00	37,75

Data beban maksimum dan perpanjangan yang didapat dari pengujian spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari selama enam minggu diperoleh bahwa untuk spesimen pertama (6MG.Pa.NC.1) memiliki beban tarik maksimum sebesar 20,10 kN dan perpanjangan sebesar 40,82 mm. Pada spesimen kedua (6MG.Pa.NC.2), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 18,20 kN dan perpanjangan sebesar 38,85 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (6MG.Pa.NC.3), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 32,80 kN dan perpanjangan sebesar 37,75 mm. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari (6 minggu)

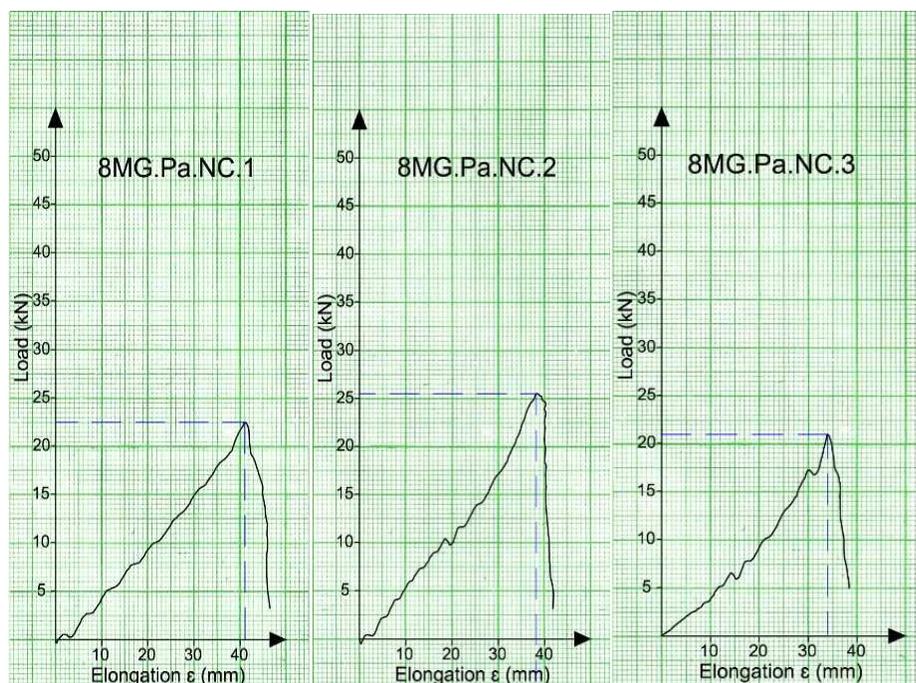
### 3. Perlakuan selama 8 (delapan) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari selama delapan minggu menghasilkan data berupa beban tarik maksimum serta perpanjangan seperti yang terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (8 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	F <sub>Ultimate</sub> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
7	8MG.Pa.NC.1	8 (delapan)	9,80	18,68	183,064	22,25	64,00	41,41
8	8MG.Pa.NC.2	8 (delapan)	11,37	19,18	218,077	25,50	64,00	38,52
9	8MG.Pa.NC.3	8 (delapan)	9,76	18,93	184,757	21,50	64,00	34,26

Beban maksimum dan perpanjangan yang didapat dari pengujian spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv hanya terekspos sinar matahari selama delapan minggu diperoleh bahwa untuk spesimen pertama (8MG.Pa.NC.1) memiliki beban tarik maksimum sebesar 22,25 kN dan perpanjangan sebesar 41,41 mm. Pada spesimen kedua (8MG.Pa.NC.2), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 25,50 kN dan perpanjangan sebesar 38,52 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (8MG.Pa.NC.3), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 21,50 kN dan perpanjangan sebesar 34,26 mm yang ditampilkan pada grafik beban tarik hasil pengujian pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari (8 minggu)

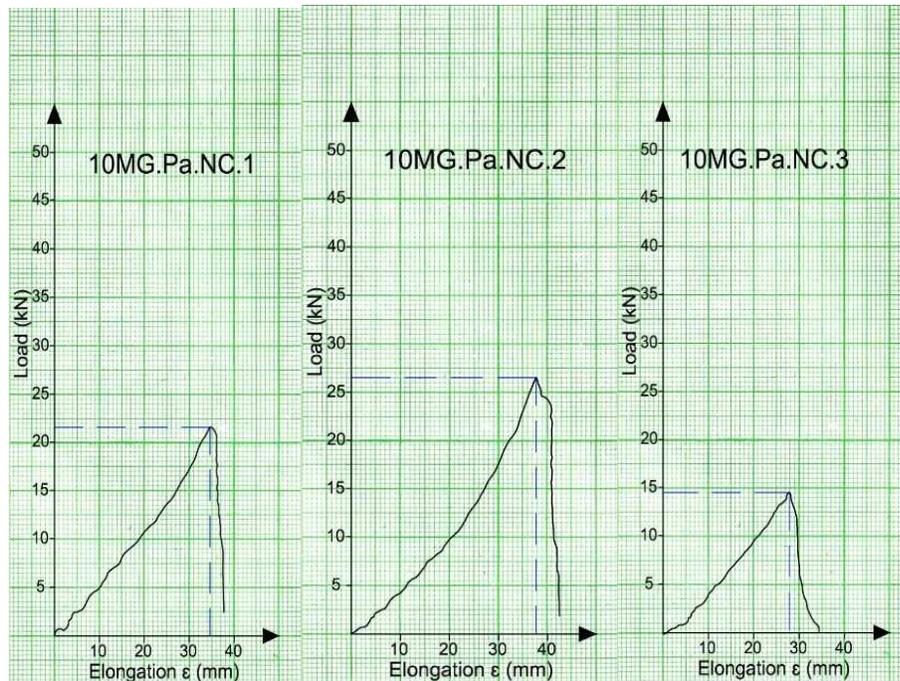
#### 4. Perlakuan selama 10 (sepuluh) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari selama sepuluh minggu menghasilkan data berupa beban tarik maksimum serta perpanjangan seperti yang terlihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (8 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	F <sub>Ultimate</sub> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
10	10MG.Pa.NC.1	10 (sepuluh)	8,78	19,24	168,927	21,50	64,00	39,87
11	10MG.Pa.NC.2	10 (sepuluh)	10,47	19,24	201,443	26,50	64,00	37,04
12	10MG.Pa.NC.3	10 (sepuluh)	10,66	19,57	208,616	14,50	64,00	39,25

Data beban maksimum dan perpanjangan dari pengujian spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari selama sepuluh minggu diperoleh bahwa untuk spesimen pertama (10MG.Pa.NC.1) memiliki beban tarik maksimum sebesar 21,50 kN dan perpanjangan sebesar 39,87 mm. Pada spesimen kedua (10MG.Pa.NC.2), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 26,50 kN dan perpanjangan sebesar 37,04 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (10MG.Pa.NC.3), beban tarik maksimum yang diterima adalah sebesar 14,50 kN dan perpanjangan sebesar 39,25 mm. Grafik beban tarik dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari (10 minggu)

#### 4.3.3. Perlakuan Spesimen Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Hu.NC)

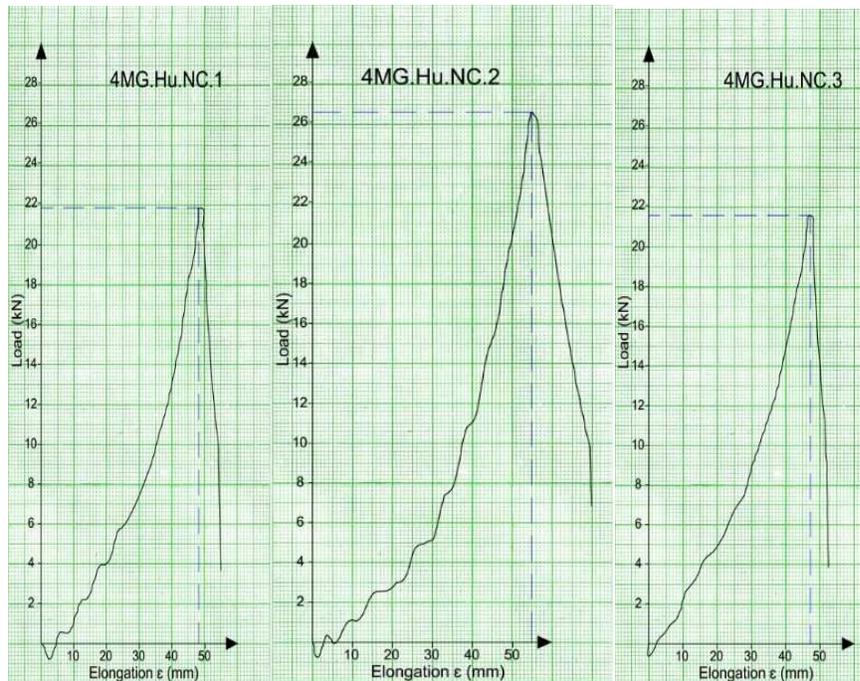
##### 1. Perlakuan selama 4 (empat) minggu

Hasil pengujian tarik untuk spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	$F_{Ultimate}$ (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	4MG.Hu.NC.1	4 (empat)	10,49	20,03	210,115	21,60	64,00	48,80
2	4MG.Hu.NC.2	4 (empat)	10,59	19,69	208,517	26,60	64,00	41,19
3	4MG.Hu.NC.3	4 (empat)	10,06	20,32	204,419	21,60	64,00	47,50

Beban maksimum dan perpanjangan dari pengujian terhadap spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan diperoleh bahwa pada spesimen pertama (4MG.Hu.NC.1) memiliki beban maksimum sebesar 21,60 kN dengan perpanjangan sebesar 48,80 mm. Pada spesimen kedua (4MG.Hu.NC.2), beban maksimum yang dimiliki sebesar 26,60 kN dengan perpanjangan sebesar 41,19 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (4MG.Hu.NC.3), besar beban maksimum yang diterima sebesar 21,60 kN dengan perpanjangan sebesar 47,50 mm. Hasil pengujian tarik tersebut ditunjukkan oleh contoh grafik pada spesimen kedua (4MG.Hu.NC.2) pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (4 minggu)

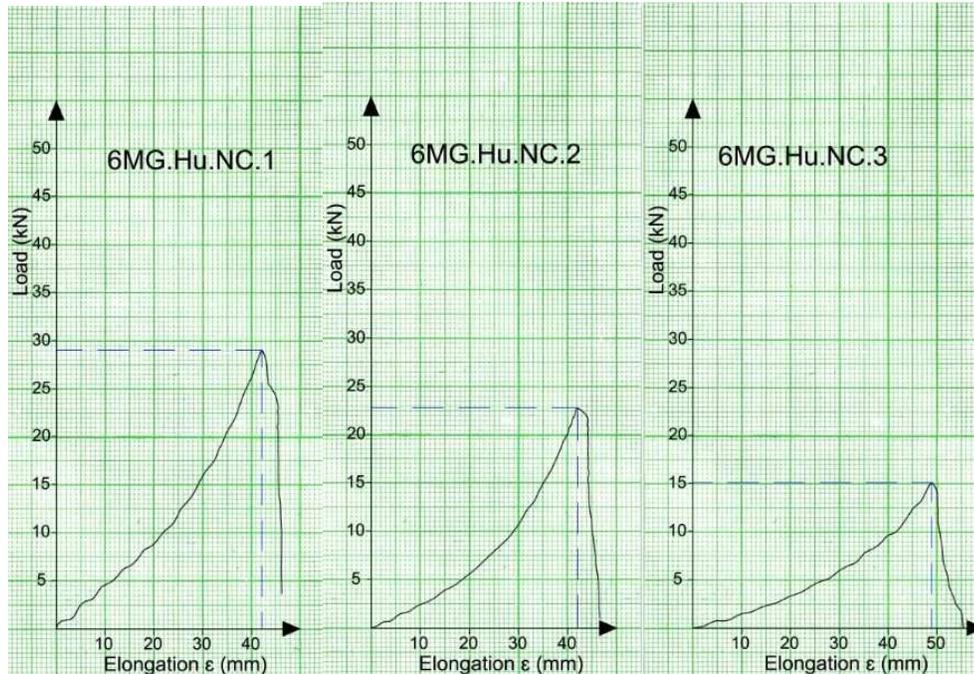
2. Perlakuan selama 6 (enam) minggu

Hasil pengujian tarik pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (6 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	F <sub>Ultimate</sub> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	6MG.Hu.NC.1	6 (enam)	13,07	19,49	254,734	29,00	64,00	42,50
2	6MG.Hu.NC.2	6 (enam)	10,24	18,99	194,458	23,00	64,00	42,23
3	6MG.Hu.NC.3	6 (enam)	10,40	21,38	222,352	15,00	64,00	49,19

Data hasil pengujian tarik pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv pada perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu diperoleh nilai beban tarik maksimum serta perpanjangan. Pada spesimen pertama (6MG.Hu.NC.1), beban tarik maksimum yang diperoleh sebesar 29,00 kN dan perpanjangan sebesar 42,50 mm. Beban tarik maksimum yang diperoleh pada spesimen kedua (6MG.Hu.NC.2) adalah sebesar 23,00 kN dengan perpanjangan sebesar 42,23 mm. Sedangkan untuk spesimen ketiga (6MG.Hu.NC3), beban tarik maksimumnya adalah sebesar 15,00 kN dengan perpanjangan 49,19 mm. Grafik hasil pengujian spesimen dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (6 minggu)

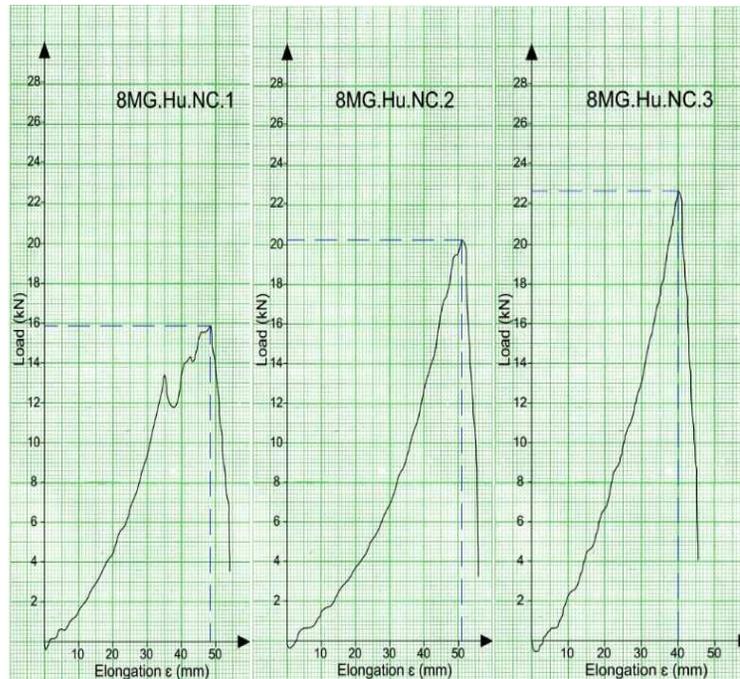
### 3. Perlakuan selama 8 (delapan) minggu

Hasil pengujian tarik untuk spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama delapan minggu dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (8 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	$F_{Ultimate}$ (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	8MG.Hu.NC.1	8 (delapan)	9,80	20,60	201,880	16,00	64,00	48,97
2	8MG.Hu.NC.2	8 (delapan)	11,38	20,75	236,135	20,20	64,00	41,78
3	8MG.Hu.NC.3	8 (delapan)	9,81	19,20	188,352	22,80	64,00	40,41

Beban maksimum dan perpanjangan dari pengujian terhadap spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan diperoleh bahwa pada spesimen pertama (8MG.Hu.NC.1) memiliki beban maksimum sebesar 16,00 kN dengan perpanjangan sebesar 48,97 mm. Pada spesimen kedua (8MG.Hu.NC.2), beban maksimum yang dimiliki sebesar 20,20 kN dengan perpanjangan sebesar 41,78 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (8MG.Hu.NC.3), besar beban maksimum yang diterima sebesar 22,80 kN dengan perpanjangan sebesar 40,41 mm. Hasil pengujian tarik tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (8 minggu)

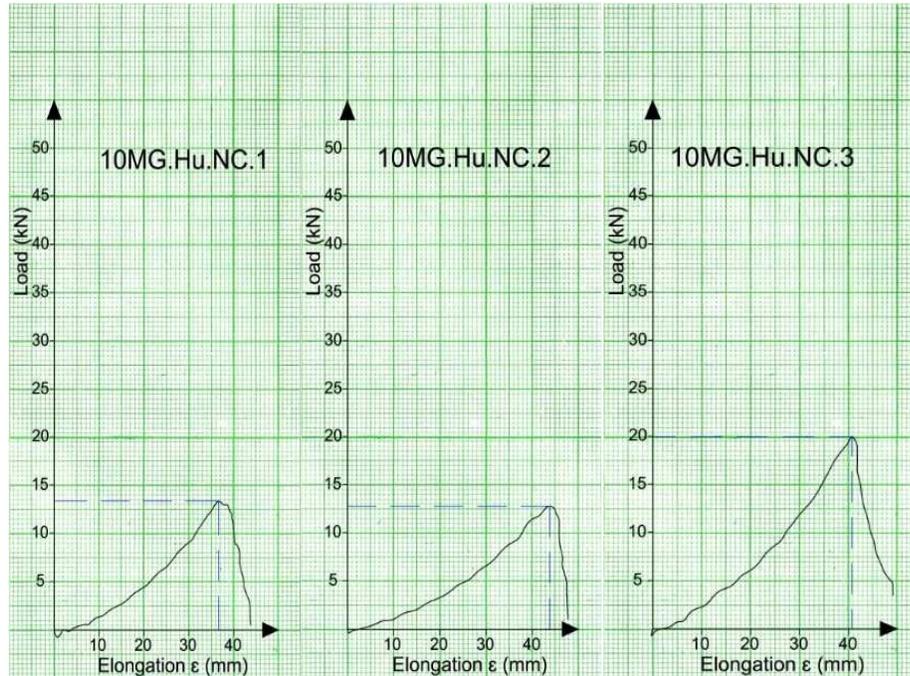
#### 4. Perlakuan selama 10 (sepuluh) minggu

Hasil pengujian tarik pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama sepuluh minggu dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Data Uji Tarik Laminasi Tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (10 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	$F_{Ultimate}$ (kN)	$L_0$ (mm)	Elongation (mm)
1	10MG.Hu.NC.1	10 (sepuluh)	8,60	21,32	188,895	13,50	64,00	36,83
2	10MG.Hu.NC.2	10 (sepuluh)	10,55	21,14	223,027	12,50	64,00	44,12
3	10MG.Hu.NC.3	10 (sepuluh)	10,07	19,59	197,271	20,00	64,00	40,87

Data hasil pengujian tarik pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv terekspos sinar matahari dan hujan selama sepuluh minggu diperoleh nilai beban tarik maksimum serta perpanjangan. Pada spesimen pertama (10MG.Hu.NC.1), beban tarik maksimum yang diperoleh sebesar 13,50 kN dan perpanjangan sebesar 36,83 mm. Beban tarik maksimum yang diperoleh pada spesimen kedua (10MG.Hu.NC.2) adalah sebesar 12,50 kN dengan perpanjangan sebesar 44,12 mm. Sedangkan untuk spesimen ketiga (10MG.Hu.NC3), beban tarik maksimumnya adalah sebesar 20,00 kN dengan perpanjangan 40,87 mm. Grafik hasil pengujian spesimen dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik uji tarik spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (10 minggu)

#### 4.4. Pengujian Pada Spesimen Dengan Aplikasi Cat Anti-UV

Spesimen yang dilakukan pengujian ini adalah spesimen dengan aplikasi cat anti-uv. Pada variasi kali ini, variasi waktu perlakuan cuaca yang diterima sama seperti spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv. Dengan demikian, pengujian tarik pada spesimen dengan perlindungan cuaca dilakukan untuk menentukan apakah terdapat pengaruh pada sifat mekanik laminasi bilah bambu.

##### 4.4.1. Perlakuan Spesimen Tidak Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Te.C)

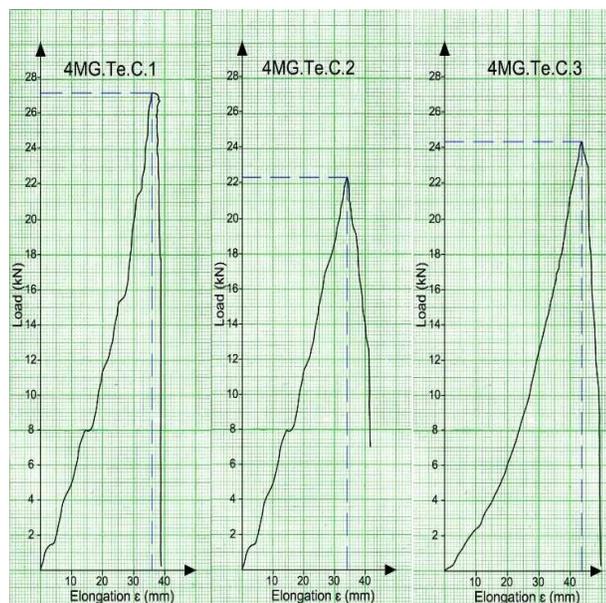
1. Perlakuan selama 4 (empat) minggu

Hasil uji tarik pada spesimen laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan spesimen tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu dapat dilihat seperti pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Data Uji Tarik Laminasi Dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	Lo (mm)	<i>Elongation</i> (mm)
1	4MG.Te.C.1	4 (empat)	12,15	18,81	228,542	27,20	64,00	35,83
2	4MG.Te.C.2	4 (empat)	9,84	18,98	186,763	22,40	64,00	33,13
3	4MG.Te.C.3	4 (empat)	10,15	19,50	197,925	24,40	64,00	40,38

Nilai beban maksimum dari pengujian tarik spesimen dengan aplikasi cat selama empat minggu dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan untuk spesimen pertama (4MG.Te.C.1) adalah sebesar 27,20 kN dan perpanjangan sebesar 35,83 mm. Pada spesimen kedua (4MG.Te.C.2), nilai beban maksimum dari pengujian tarik adalah sebesar 22,40 kN dan untuk perpanjangan yang terjadi adalah sebesar 33,13 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga, beban maksimum yang terekam dalam grafik adalah sebesar 24,40 kN dan perpanjangan spesimen yang terjadi adalah sebesar 40,38 mm. Grafik beban hasil pengujian spesimen dengan aplikasi cat dengan variasi perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (4 minggu)

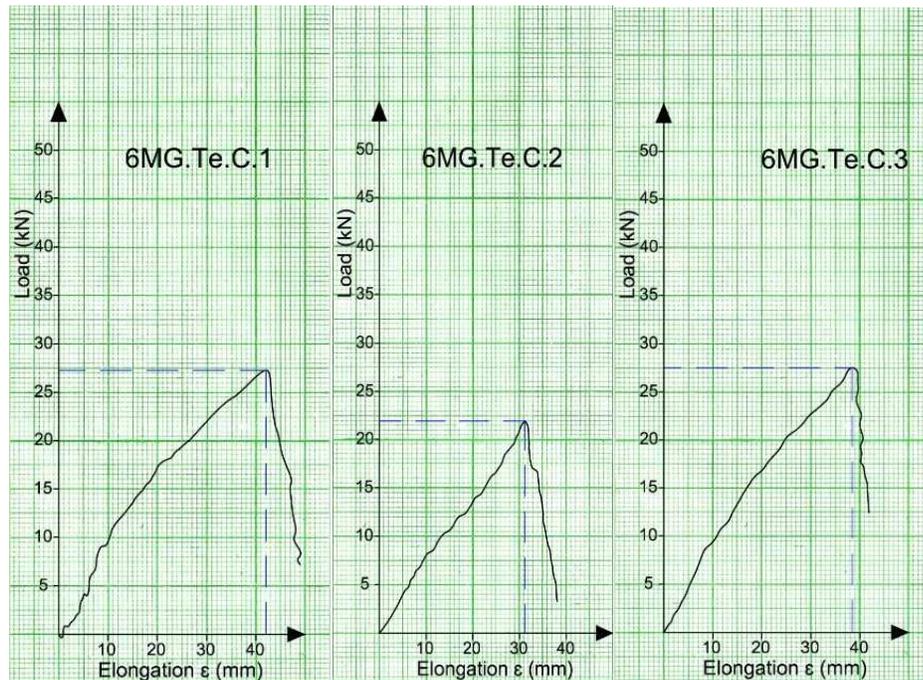
## 2. Perlakuan selama 6 (enam) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu menghasilkan data berupa beban tarik maksimum dan perpanjangan spesimen. Data hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Data Uji Tarik Laminasi Dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (6 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	<i>Lo</i> (mm)	<i>Elongation</i> (mm)
1	6MG.Te.C.1	6 (enam)	11,38	19,19	218,382	27,50	64,00	42,16
2	6MG.Te.C.2	6 (enam)	9,91	19,19	190,173	22,00	64,00	31,46
3	6MG.Te.C.3	6 (enam)	11,75	19,18	225,365	27,50	64,00	42,04

Dari Tabel 4.15, dapat diketahui bahwa pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu menghasilkan nilai beban tarik maksimum serta perpanjangan. Pada spesimen pertama (6MG.Te.C.1), nilai beban tarik maksimumnya adalah sebesar 27,50 kN dan perpanjangan spesimen sebesar 42,16 mm. Beban tarik maksimum spesimen kedua (6MG.Te.C.2) adalah sebesar 22,00 kN dengan perpanjangan sebesar 31,46 mm. Sedangkan spesimen ketiga (6MG.Te.C.3), beban tarik maksimumnya adalah sebesar 27,50 kN dan perpanjangannya sebesar 42,04 mm. Grafik hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (6 minggu)

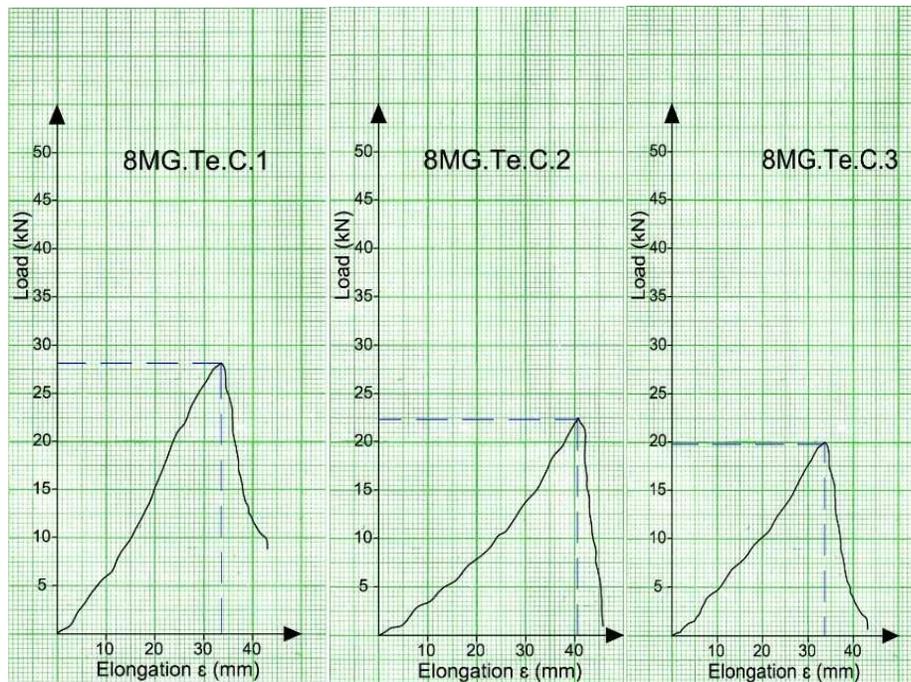
### 3. Perlakuan selama 8 (delapan) minggu

Perlakuan selama delapan minggu pada spesimen dengan aplikasi cat tidak terekspos sinar matahari dan hujan memiliki hasil pengujian tarik berupa beban maksimum dan perpanjangan. Nilai beban maksimum dan perpanjangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Data Uji Tarik Laminasi Dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (8 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	8MG.Te.C.1	8 (delapan)	10,17	19,44	197,705	28,20	64,00	37,65
2	8MG.Te.C.2	8 (delapan)	11,52	19,30	222,336	22,25	64,00	41,30
3	8MG.Te.C.3	8 (delapan)	9,22	19,11	176,194	20,00	64,00	34,15

Pada perlakuan selama delapan minggu ini, hasil beban tarik didapat dari tiga kali pengujian spesimen. Hasil pengujian pada spesimen pertama (8MG.Te.C.1) diperoleh nilai beban tarik maksimum sebesar 28,20 kN dan perpanjangan sebesar 37,65 mm. Pada spesimen kedua (8MG.Te.C.2), diperoleh nilai beban tarik maksimum sebesar 22,25 kN dan perpanjangan sebesar 41,30 mm. Sedangkan spesimen ketiga (8MG.Te.C.3), beban maksimum yang diperoleh adalah sebesar 20,00 kN dan perpanjang sebesar 34,15 mm seperti yang terlihat pada grafik hasil uji tarik pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (8 minggu)

#### 4. Perlakuan selama 10 (sepuluh) minggu

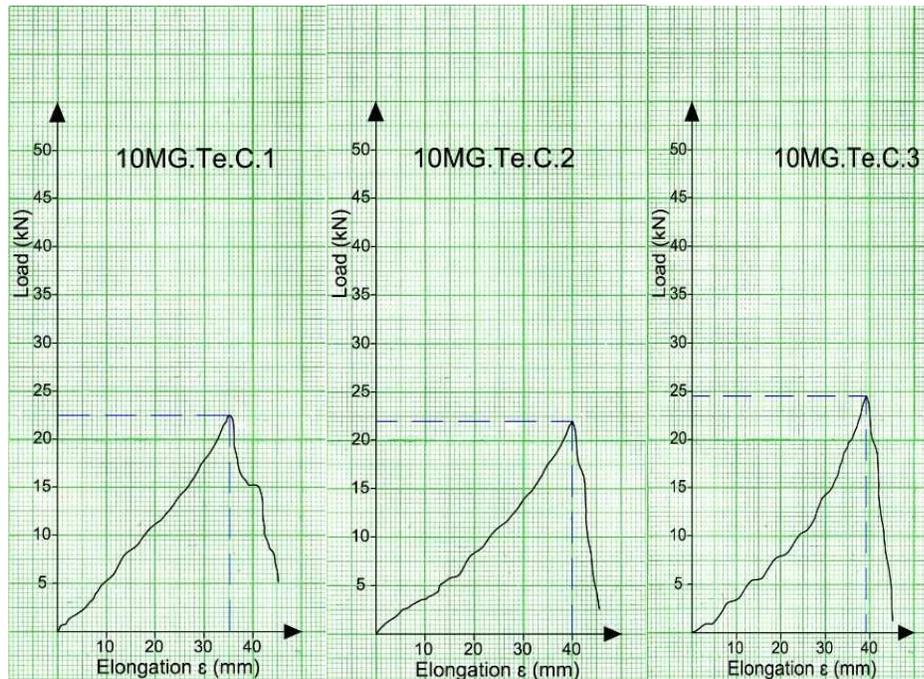
Pengujian tarik pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama sepuluh minggu menghasilkan nilai beban tarik maksimum dan perpanjangan spesimen yang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Data Uji Tarik Laminasi Dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan (10 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	F-Ultimate (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	10MG.Te.C.1	10 (sepuluh)	9,76	18,92	184,659	22,50	64,00	35,93
2	10MG.Te.C.2	10 (sepuluh)	9,77	19,07	186,314	22,00	64,00	40,44
3	10MG.Te.C.3	10 (sepuluh)	10,11	19,16	193,708	23,20	64,00	39,63

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen dengan aplikasi cat anti uv tidak terekspos sinar matahari dan hujan selama sepuluh minggu diperoleh data beban tarik maksimum pada spesimen pertama (10MG.Te.C.1) adalah sebesar 22,50 kN dan perpanjangan sebesar 35,93

mm. Pada spesimen kedua (10MG.Te.C.2) diperoleh beban tarik maksimum sebesar 22,00 kN dan perpanjangan sebesar 40,44 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (10MG.Te.C.3), beban tarik maksimum yang diperoleh adalah 23,20 kN dan perpanjangan sebesar 39,63 mm. Grafik hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan (10 minggu)

#### 4.4.2. Perlakuan Spesimen Hanya Terekspos Sinar Matahari (Kode Pa.C)

1. Perlakuan selama 4 (empat) minggu

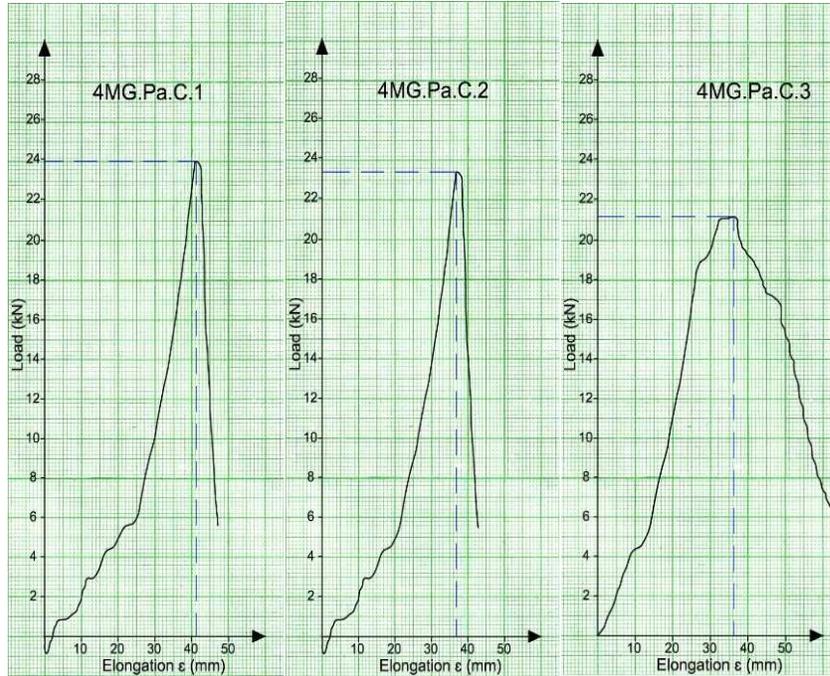
Hasil pengujian tarik pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv pada perlakuan hanya terekspos sinar matahari selama empat minggu dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (4 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	<i>Lo</i> (mm)	<i>Elongation</i> (mm)
1	4MG.Pa.C.1	4 (empat)	11,17	18,74	209,326	24,00	64,00	41,66
2	4MG.Pa.C.2	4 (empat)	10,42	18,58	193,604	23,40	64,00	37,44
3	4MG.Pa.C.3	4 (empat)	10,40	18,31	190,424	21,20	64,00	36,56

Pada Tabel 4.18, diketahui bahwa pengujian tarik sebanyak tiga kali pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv pada perlakuan hanya terekspos sinar matahari selama empat minggu dan diperoleh nilai beban tarik maksimum serta perpanjangan yang terjadi. Pengujian pada spesimen pertama (4MG.Pa.C.1) diperoleh nilai beban tarik sebesar 24,00 kN dan perpanjangan sebesar 41,66 mm. Pada spesimen kedua (4MG.Pa.C.2), beban tarik maksimumnya adalah

sebesar 23,40 kN dan perpanjangan sebesar 37,44 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (4MG.Pa.C.3), beban tarik maksimumnya adalah 21,20 kN dan perpanjangan sebesar 36,56 mm. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Grafik uji tarik spesimen aplikasi cat anti-uv hanya terekspos matahari (4 minggu)

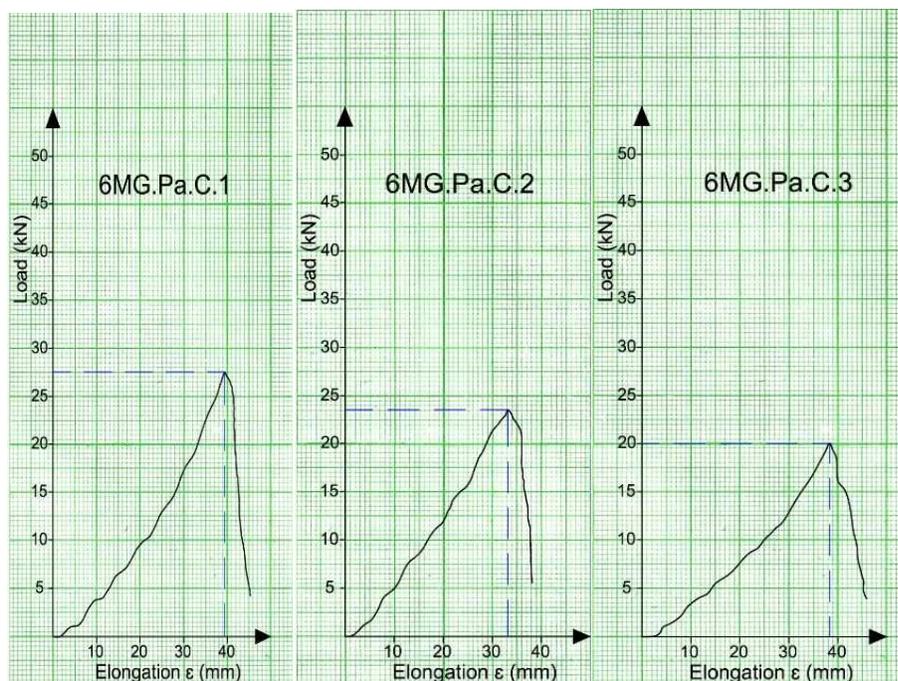
2. Perlakuan selama 6 (enam) minggu

Data hasil pengujian tarik pada spesimen dengan aplikasi cat pada variasi perlakuan dengan perlindungan cuaca selama enam minggu dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (6 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	F-Ultimate (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	6MG.Pa.C.1	6 (enam)	11,71	19,27	225,652	27,50	64,00	39,80
2	6MG.Pa.C.2	6 (enam)	11,43	19,04	217,627	23,50	64,00	33,53
3	6MG.Pa.C.3	6 (enam)	9,69	19,08	184,885	20,00	64,00	38,73

Hasil pengujian, yang ditampilkan pada Tabel 4.19, menunjukkan bahwa spesimen pertama dengan aplikasi cat anti-uv yang diberikan perlakuan hanya terekspos sinar matahari selama enam minggu (6MG.Pa.C.1) memiliki beban tarik maksimum sebesar 27,50 kN dan perpanjangan sebesar 39,80 mm. Pada spesimen kedua (6MG.Pa.C.2), beban tarik maksimumnya adalah 23,50 kN dengan perpanjangan spesimen sebesar 33,53 mm. Sedangkan spesimen ketiga (6MG.Pa.C.3), beban tarik maksimumnya adalah sebesar 20,00 kN dan perpanjangan sebesar 38,73 mm. Grafik hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari (6 minggu)

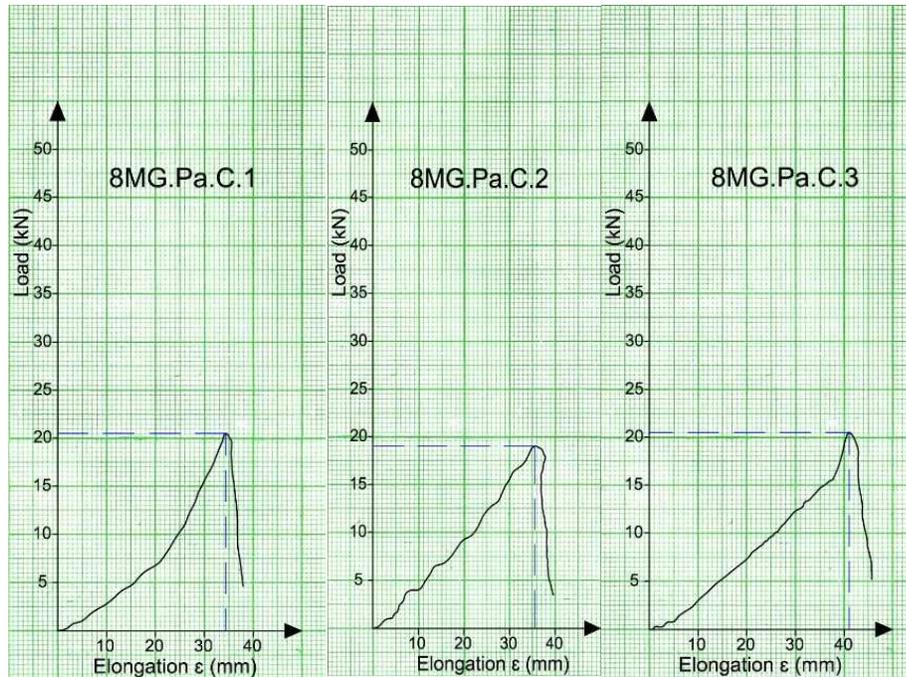
3. Perlakuan selama 8 (delapan) minggu

Perlakuan selama delapan minggu pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv pada perlakuan hanya terekspos sinar matahari didapat hasil pengujian tarik seperti yang tertera pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (8 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	8MG.Pa.C.1	8 (delapan)	9,24	19,71	182,120	20,50	64,00	34,72
2	8MG.Pa.C.2	8 (delapan)	9,37	18,45	172,877	19,00	64,00	35,89
3	8MG.Pa.C.3	8 (delapan)	9,45	19,62	185,409	20,50	64,00	41,42

Nilai beban maksimum dari pengujian tarik spesimen dengan aplikasi cat selama delapan minggu hanya terekspos sinar matahari untuk spesimen pertama (8MG.Pa.C.1) adalah sebesar 20,50 kN dan perpanjangan sebesar 34,72 mm. Pada spesimen kedua (8MG.Pa.C.2), nilai beban maksimum dari pengujian tarik adalah sebesar 19,00 kN dan untuk perpanjangan yang terjadi adalah sebesar 35,89 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (8MG.Pa.C.3), beban maksimum yang terekam dalam grafik adalah sebesar 20,50 kN dan perpanjangan spesimen yang terjadi adalah sebesar 41,42 mm. Grafik beban-perpanjangan hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari (8 minggu)

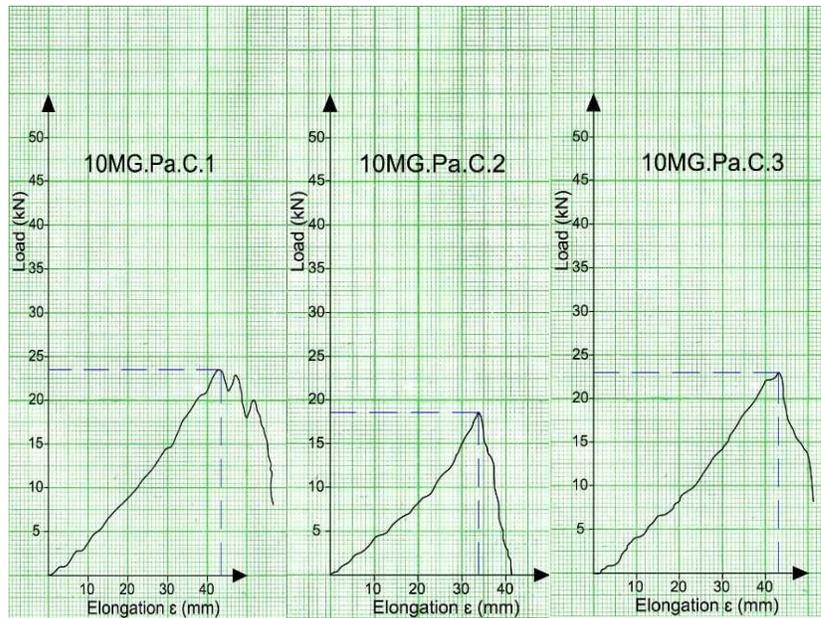
#### 4. Perlakuan selama 10 (sepuluh) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen dengan aplikasi cat anti uv pada perlakuan hanya terekspos sinar matahari selama sepuluh minggu menghasilkan data beban tarik maksimum dan nilai perpanjangan spesimen yang terangkum dalam Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari (10 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	10MG.Pa.C.1	10 (sepuluh)	10,78	19,80	213,444	23,50	64,00	43,41
2	10MG.Pa.C.2	10 (sepuluh)	9,03	18,45	166,604	18,50	64,00	34,01
3	10MG.Pa.C.3	10 (sepuluh)	23,86	18,59	443,557	23,00	64,00	43,49

Nilai beban tarik yang didapat dari pengujian tarik spesimen pertama dengan aplikasi cat anti-uv pada perlakuan hanya terekspos sinar matahari selama sepuluh minggu (10MG.Pa.C.1) adalah sebesar 23,50 kN dan nilai perpanjangan sebesar 43,41 mm. Spesimen kedua (10MG.Pa.C.2) memiliki nilai beban tarik sebesar 18,50 kN dan perpanjangan spesimen sebesar 34,01 mm. Sedangkan spesimen ketiga (10MG.Pa.C.3), beban tarik maksimumnya adalah sebesar 23,00 kN dengan nilai perpanjangan sebesar 43,49 mm. Spesimen ketiga (10MG.Pa.C.3) merupakan spesimen dengan nilai beban tarik dan perpanjangan terbesar. Grafik hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari (10 minggu)

#### 4.4.3. Perlakuan Spesimen Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Hu.C)

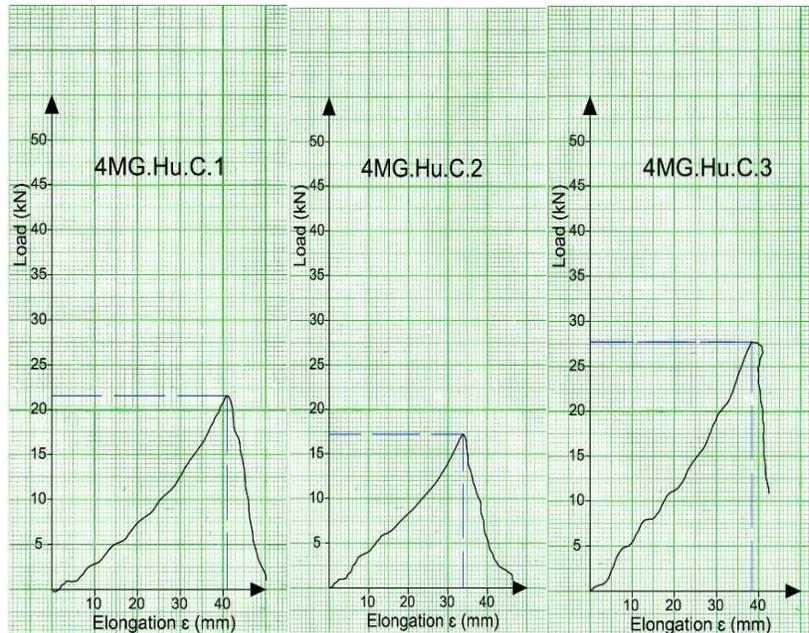
##### 1. Perlakuan selama 4 (empat) minggu

Data hasil pengujian tarik, berupa beban tarik maksimum dan perpanjangan spesimen, yang dilakukan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.22 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu)

No .	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
1	4MG.Hu.C.1	4 (empat)	9,65	19,76	190,684	21,50	64,00	41,00
2	4MG.Hu.C.2	4 (empat)	10,92	19,42	212,066	17,00	64,00	33,92
3	4MG.Hu.C.3	4 (empat)	9,88	19,25	190,190	27,50	64,00	38,43

Pada Tabel 4.25, diketahui bahwa hasil pengujian tarik pada spesimen pertama dengan aplikasi cat anti-uv terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu (4MG.Hu.C.1) memiliki nilai kuat tarik maksimum sebesar 21,50 kN dan perpanjangan sebesar 41,00 mm. Pada spesimen kedua (4MG.Hu.C.2), nilai beban tarik maksimumnya adalah sebesar 17,00 kN dan perpanjangan sebesar 33,92 mm. Sedangkan spesimen ketiga (4MG.Hu.C.3), nilai beban tarik maksimumnya adalah sebesar 27,50 kN dan perpanjangan sebesar 38,43 mm. Grafik pengujian tarik spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama empat minggu dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (4 minggu)

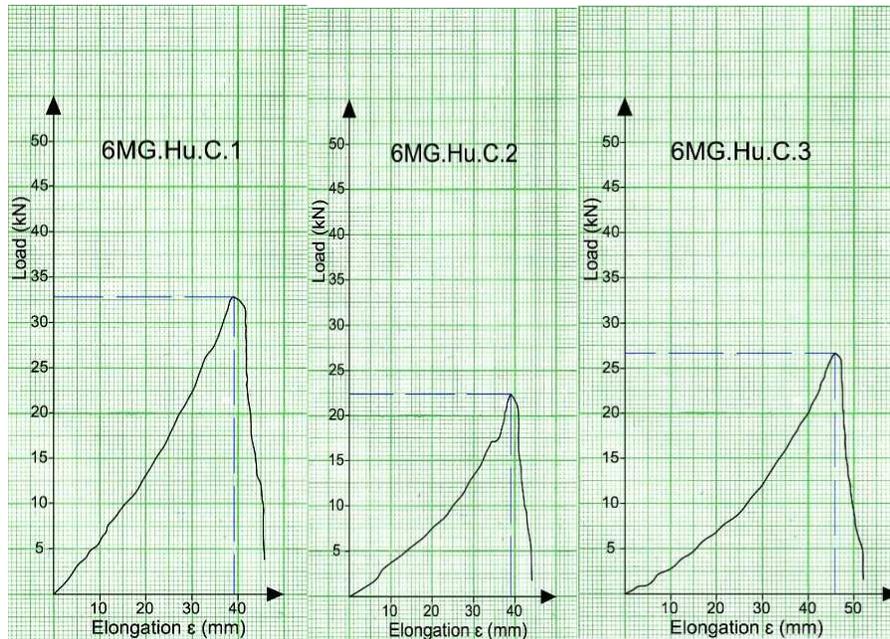
## 2. Perlakuan selama 6 (enam) minggu

Uji tarik yang dilakukan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu menghasilkan data berupa nilai beban tarik maksimum dan perpanjangan spesimen hingga putus. Data nilai beban tarik maksimum dan perpanjangan spesimen dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (4 Minggu)

No	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	Lo (mm)	Elongation (mm)
4	6MG.Hu.C.1	6 (enam)	17,04	20,88	355,795	32,50	64,00	39,30
5	6MG.Hu.C.2	6 (enam)	10,79	20,40	220,116	22,50	64,00	39,03
6	6MG.Hu.C.3	6 (enam)	9,85	19,66	193,651	26,50	64,00	46,00

Nilai beban tarik maksimum hasil pengujian tarik pada spesimen pertama dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu (6MG.Hu.C.1) adalah sebesar 32,50 kN dengan perpanjangan sebesar 39,30 mm. Pada spesimen kedua (6MG.Hu.C.2), nilai beban tarik maksimumnya adalah sebesar 22,50 kN dengan perpanjangan sebesar 39,03 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (6MG.Hu.C.3), beban tarik maksimumnya adalah sebesar 26,50 kN dengan perpanjangan sebesar 46,00 mm. Grafik hasil pengujian tarik spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama enam minggu dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (6 minggu)

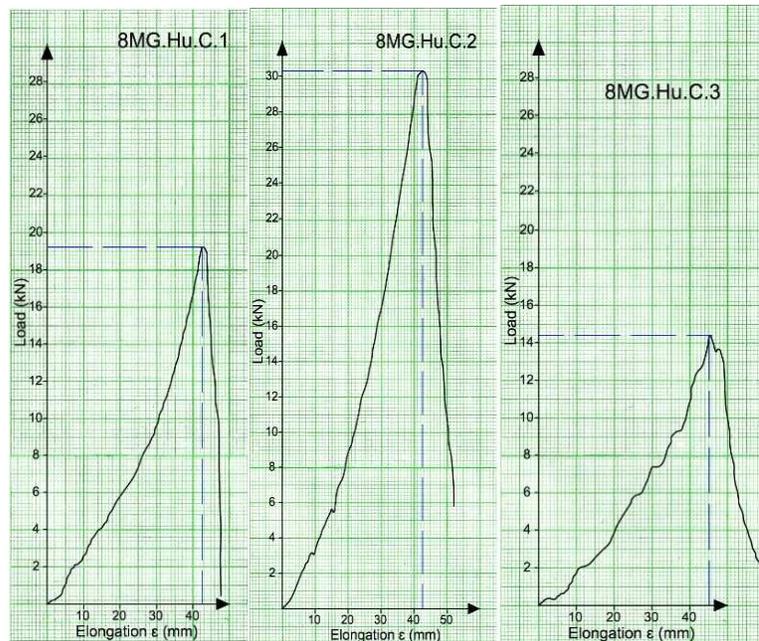
### 3. Perlakuan selama 8 (delapan) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama delapan minggu menghasilkan data berupa nilai beban tarik maksimum dan perpanjangan. Data hasil pengujian tarik pada spesimen dengan kode 8MG.Hu.C tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (8 Minggu)

No .	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	Lo (mm)	<i>Elongation</i> (mm)
7	8MG.Hu.C.1	8 (delapan)	11,10	20,81	230,991	21,50	64,00	42,61
8	8MG.Hu.C.2	8 (delapan)	11,26	19,88	223,849	22,50	64,00	42,64
9	8MG.Hu.C.3	8 (delapan)	9,61	18,84	181,052	22,50	64,00	45,29

Data hasil yang terdapat pada Tabel 4.24 dapat diketahui bahwa nilai beban tarik dan perpanjangan pada tiga kali pengujian memiliki nilai yang bervariasi. Spesimen pertama (8MG.Hu.C.1) memiliki nilai beban tarik maksimum sebesar 21,50 kN dan perpanjangan sebesar 42,61 mm. Pada spesimen kedua (8MG.Hu.C.2), beban tarik maksimumnya adalah sebesar 22,50 kN dan perpanjangan sebesar 42,64 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (8MG.Hu.C.3), nilai beban tarik maksimumnya adalah sebesar 22,50 kN dan perpanjangan sebesar 45,29 mm. Grafik hasil pengujian tarik spesimen selama delapan minggu terlihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (8 minggu)

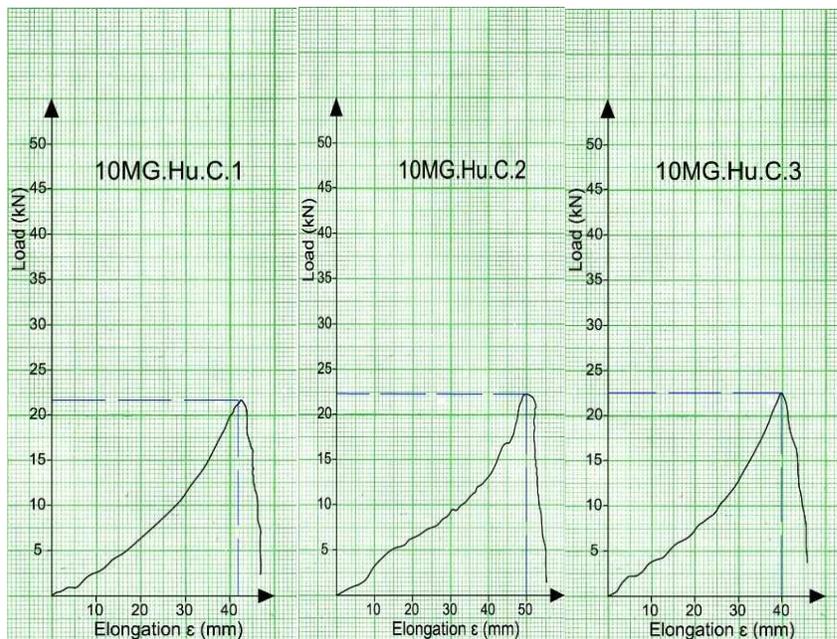
#### 4. Perlakuan selama 10 (sepuluh) minggu

Pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan selama sepuluh minggu menghasilkan data berupa nilai beban tarik dan perpanjangan. Data yang dihasilkan pada tiga kali pengujian spesimen dengan kode 10MG.Hu.C dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Data Uji Tarik Laminasi dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan (10 Minggu)

No.	Nama Spesimen	Waktu (minggu)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	<i>F-Ultimate</i> (kN)	<i>Lo</i> (mm)	<i>Elongation</i> (mm)
10	10MG.Hu.C.1	10 (sepuluh)	10,17	20,13	204,722	19,20	64,00	41,81
11	10MG.Hu.C.2	10 (sepuluh)	10,89	19,56	213,008	30,60	64,00	49,70
12	10MG.Hu.C.3	10 (sepuluh)	10,49	19,88	208,541	14,40	64,00	39,96

Dari Tabel 4.25 tersebut, dapat diketahui bahwa nilai beban tarik maksimum dan perpanjangan spesimen dengan kode 10MG.Hu.C cukup variatif. Spesimen pertama (10MG.Hu.C.1) memiliki nilai beban tarik maksimum sebesar 19,20 kN dan perpanjangan sebesar 48,21 mm. Pada spesimen kedua (10MG.Hu.C.2), nilai beban tarik maksimumnya adalah sebesar 30,60 kN dan perpanjangan sebesar 56,10 mm. Sedangkan pada spesimen ketiga (10MG.Hu.C.3), nilai beban tarik maksimumnya adalah sebesar 14,40 kN dan perpanjangan sebesar 46,36 mm. Grafik beban tarik hasil pengujian spesimen selama sepuluh minggu yang dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Grafik uji tarik spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan (10 minggu)

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 5**

### **ANALISIS HASIL PENGUJIAN**

#### **5.1. Pendahuluan**

Bab ini merupakan bab pembahasan analisis hasil pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen setelah diberikan perlakuan cuaca dan perhitungan ekonomis pemanfaatannya sebagai material bangunan atas kapal ikan. Setelah dilakukan pengujian tarik, maka diperlukan analisis terhadap kekuatan tarik laminasi bilah bambu dan pengaruh pengaplikasian cat anti-uv pada laminasi bilah bambu terhadap keawetan laminasi bilah bambu yang telah diberi perlakuan cuaca. Keawetan yang dimaksud adalah dengan melihat apakah terjadi penurunan kekuatan laminasi bilah bambu atau tidak setelah spesimen diberikan perlakuan cuaca.

Analisis kekuatan tarik laminasi bilah bambu dilakukan dengan cara membagikan nilai beban tarik maksimum yang diterima spesimen (*F-Ultimate*) dengan luas penampang spesimen (*Cross-Sectional Area*) menjadi nilai kuat tarik (*tensile strength*), yang disebut juga dengan tegangan, berdasarkan rumus 2.1. Selain itu, regangan yang terjadi selama pengujian tarik hingga spesimen putus dihitung dengan menggunakan rumus 2.2 yang merupakan fungsi dari perpanjangan (*Elongation*) yang terjadi. Kemudian, dari nilai kuat tarik dan regangan, nilai modulus elastisitas (MoE) yang merupakan ketahanan material terhadap deformasi elastis dapat ditentukan dengan merujuk pada rumus 2.3.

#### **5.2. Analisis Teknis Pengujian Tarik**

Perhitungan kekuatan tarik atau tegangan laminasi bilah bambu dilakukan dengan melihat hasil pengujian tarik berupa nilai beban tarik maksimum yang telah diberikan pada spesimen hingga spesimen tersebut putus. Selain itu, faktor yang juga menjadi penentu nilai kuat tarik dari laminasi bilah bambu adalah hasil pengukuran bagian tengah spesimen berupa luasan penampang melintang spesimen tersebut. Luasan tersebut merupakan hasil perkalian lebar dan tebal bagian tengah spesimen yang nampak seperti pada Gambar 2.4.

Regangan spesimen uji tarik (*strain*) yang terjadi selama beban tarik bekerja pada spesimen hingga putus juga dilakukan perhitungan. Menurut KBBI, regangan merupakan deformasi yang terjadi pada zat (benda padat) karena zat itu mengalami tegangan. Oleh

karena itu, dapat disimpulkan bahwa deformasi yang terjadi pada spesimen uji tarik dapat ditentukan dengan nilai regangan. Nilai regangan ditentukan dengan melihat pertambahan panjang (*Elongation*) yang terjadi pada spesimen ketika menerima beban tarik. Dari nilai *Elongation* yang terjadi, dapat ditentukan selisih pertambahan panjang ( $\Delta L$ ). Selanjutnya, nilai regangan yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.2). Apabila telah diketahui nilai regangan serta kuat tarik spesimen, maka selanjutnya modulus elastisitas (MoE) spesimen dapat diketahui.

Modulus elastisitas (MoE) merupakan nilai ketahanan suatu benda yang mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda tersebut. MoE didefinisikan sebagai kemiringan atau gradien kurva tegangan-regangan pada wilayah deformasi elastis. Bahan yang kaku akan memiliki modulus elastisitas yang tinggi begitu juga sebaliknya. Untuk dapat menentukan besaran nilai modulus elastisitas laminasi bilah bambu, perhitungan terhadap nilai kuat dan regangan spesimen laminasi bilah bambu dilakukan berdasarkan pada rumus (2.3). Dengan ketentuan, nilai kuat tarik yang juga merupakan tegangan adalah tekanan yang membuat deformasi spesimen dan regangan adalah deformasi yang terjadi pada spesimen selama beban tarik bekerja pada spesimen tersebut.

Analisis dilakukan dengan melihat kenaikan atau penurunan yang terjadi pada ketiga hal tersebut pada hasil perhitungan kuat tarik atau tegangan, regangan yang terjadi, serta modulus elastisitas pengujian tiga spesimen laminasi bilah bambu tanpa perlakuan yang dijadikan sebagai *benchmark*. Hasil perhitungan nilai tegangan, regangan, serta modulus elastisitas yang merupakan *benchmark* dapat dilihat pada Tabel 5.1. Kemudian, nilai tegangan, regangan, serta modulus elastisitas yang diambil adalah hasil rata-rata pengujian tiga spesimen *benchmark* tersebut dengan nilai tegangan sebesar 109,81 MPa, nilai regangan sebesar 59,77%, dan modulus elastisitasnya sebesar 11,77 GPa.

Tabel 5.1 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Hasil Uji Tarik Spesimen Tanpa Perlakuan (*Benchmark*)

No.	Nama Spesimen	Tegangan (MPa)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Regangan	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)	MoE (GPa)	MoE Rata-Rata (GPa)
1	0MG.1	107,55	109,81	0,58	58,34	59,77	11,80	11,77
2	0MG.2	107,18		0,57	56,63		12,11	
3	0MG.3	114,71		0,64	64,33		11,41	

### 5.2.1. Kuat Tarik (Tegangan) Spesimen tanpa Aplikasi Cat Anti-UV

Perhitungan kuat tarik atau tegangan hasil uji spesimen laminasi bilah bambu dibedakan menjadi tiga berdasarkan variasi perlakuan cuaca yang diberikan pada spesimen laminasi bilah bambu. Ketiga variasi perlakuan cuaca tersebut adalah:

1. Perlakuan Spesimen Tidak Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Te.NC)

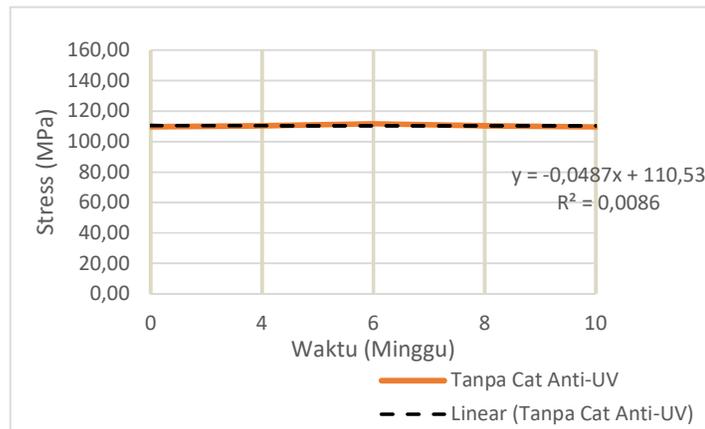
Nilai kuat tarik atau tegangan, regangan, serta MoE pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan dalam variasi waktu dapat dilihat pada rekapitulasi dalam Tabel 5.2. Nilai kuat tarik atau tegangan merupakan hasil pembagian beban tarik yang bekerja (kN) dengan luasan penampang melintang bagian spesimen yang mengalami deformasi (mm<sup>2</sup>). Dengan begitu, didapatkan bahwa rata-rata tegangan spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu adalah sebesar 110,42 MPa dan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 60,42%. Spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu memiliki tegangan rata-rata sebesar 111,74 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 59,78%. Pada waktu perlakuan selama delapan minggu, spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki tegangan rata-rata sebesar 110,36 MPa dan regangan rata-rata sebesar 60,50%. Sedangkan pada waktu perlakuan selama sepuluh minggu, tegangan rata-rata adalah sebesar 109,60 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 58,41%.

Tabel 5.2 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan

Kode Spesimen	Hasil Uji Tarik						
	Tegangan (MPa)	Rata-Rata Tegangan (MPa)	Regangan	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)	MoE (GPa)	MoE Rata-Rata (GPa)
4MG.Te.NC.1	102,10	110,42	0,566	56,61	60,42	11,54	11,80
4MG.Te.NC.2	116,13		0,700	70,05		10,61	
4MG.Te.NC.3	113,04		0,546	54,59		13,25	
6MG.Te.NC.1	107,58	111,74	0,581	58,09	59,78	11,85	12,01
6MG.Te.NC.2	125,50		0,579	57,88		13,88	
6MG.Te.NC.3	102,13		0,634	63,38		10,31	
8MG.Te.NC.1	116,97	110,36	0,623	62,30	60,50	12,02	11,67
8MG.Te.NC.2	106,16		0,579	57,88		11,74	
8MG.Te.NC.3	107,94		0,613	61,33		11,26	
10MG.Te.NC.1	112,68	109,60	0,477	47,69	58,41	15,12	12,29
10MG.Te.NC.2	107,76		0,668	66,84		10,32	
10MG.Te.NC.3	108,36		0,607	60,70		11,42	

MoE rata-rata pada spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu adalah sebesar 11,80 GPa. Spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu memiliki MoE rata-rata sebesar 12,01 GPa. Pada variasi waktu perlakuan selama delapan minggu, MoE rata-ratanya adalah sebesar 11,67 GPa. Sedangkan pada waktu perlakuan selama sepuluh minggu, MoE rata-rata yang terjadi adalah sebesar 12,29 GPa.

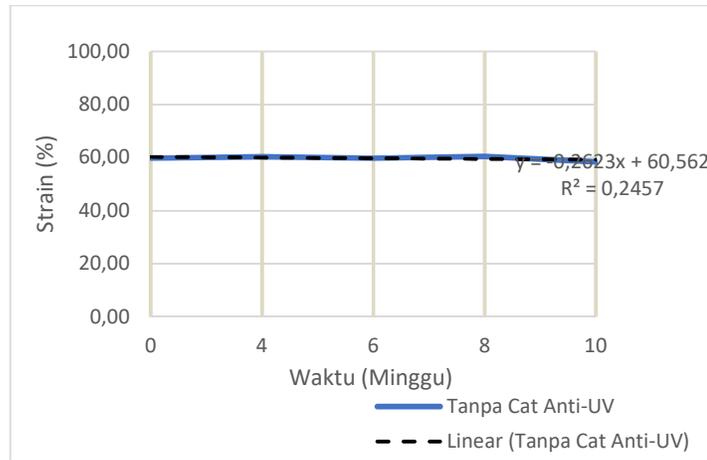
Hasil pengujian tarik dari variasi perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan dan regangan tertinggi dimiliki oleh spesimen dengan waktu perlakuan selama delapan minggu. Sedangkan nilai MoE tertinggi dimiliki oleh spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu. Namun, spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu tersebut memiliki nilai regangan yang terendah. Selain itu, nilai tegangan dan MoE yang terendah terdapat pada spesimen dengan waktu perlakuan selama sepuluh minggu. Untuk lebih jelasnya, perbandingan nilai tegangan, regangan, dan MoE pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3.



Gambar 5.1 Grafik Tegangan Spesimen Tanpa Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan

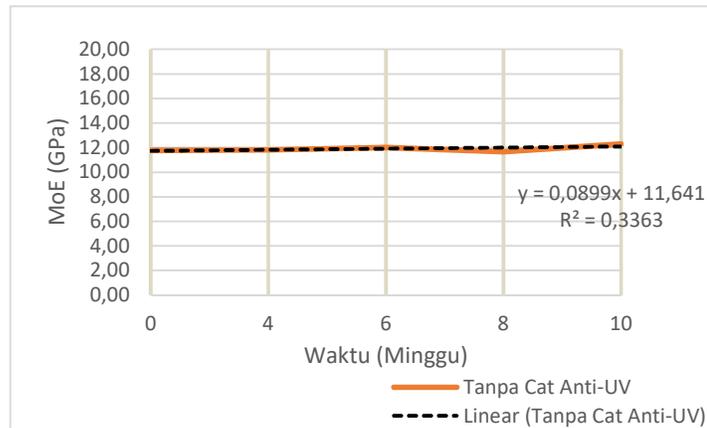
Gambar 5.1 menunjukkan grafik garis tegangan hasil pengujian tarik spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan terhadap waktu perlakuan. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa tegangan rata-rata, yang juga merupakan kuat tarik rata-rata spesimen, dari mulai waktu perlakuan nol minggu (*benchmark*) sampai sepuluh minggu cenderung stabil. Tegangan rata-rata spesimen tersebut baru mengalami kenaikan dan penurunan namun tidak terjadi secara signifikan. Pada grafik, terdapat juga garis *trendline* dengan kecenderungan mengalami penurunan namun hampir tidak terlihat sehingga dapat ditarik simpulan bahwa tegangan spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv

pada perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan tidak terjadi perubahan yang signifikan.



Gambar 5.2 Grafik regangan spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan

Regangan yang terjadi selama pengujian tarik laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan cenderung tidak mengalami perubahan walaupun terjadi kenaikan dan penurunan. Hal tersebut dapat dilihat dari *trendline* yang ada pada grafik Gambar 5.2. Pada grafik, *trendline* tersebut terlihat mengalami penurunan dari mulai *benchmark* hingga waktu perlakuan selama sepuluh minggu. Walaupun begitu, penurunan *trendline* terbilang sangat landai dan hampir tidak terlihat sehingga dapat dianggap tidak terjadi perubahan yang signifikan.



Gambar 5.3 Grafik modulus elastisitas spesimen tanpa cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan

Spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki modulus elastisitas yang berbeda-beda pada tiap lama perlakuannya. Perubahan yang terjadi adalah kenaikan nilai modulus elastisitas yang tidak terlihat pada spesimen dengan lama perlakuan hingga sepuluh minggu. *Trendline*

grafik menunjukkan adanya kenaikan walaupun hampir tidak terlihat ataupun sangat landai. Perubahan modulus elastisitas terjadi pada tiap-tiap lama perlakuan. Pada spesimen dengan lama perlakuan empat minggu, terjadi kenaikan yang sangat landai dibandingkan dengan spesimen benchmark. Kenaikan tersebut terjadi hingga pada spesimen dengan lama perlakuan enam minggu. Selanjutnya, spesimen dengan lama perlakuan delapan minggu mengalami penurunan yang terlihat kecil. Hingga pada akhirnya, spesimen dengan lama perlakuan sepuluh minggu mengalami kenaikan kembali walaupun sangat landai. Kenaikan pada modulus elastisitas spesimen tanpa cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan terjadi karena tegangan yang merupakan pembilang dan regangan yang merupakan penyebut dari pembagian pada rumus MoE terjadi penurunan. Oleh karena itu, nilai tegangan dan regangan yang semakin kecil, maka nilai MoE-nya akan semakin besar.

## 2. Perlakuan Spesimen Hanya Terekspos Sinar Matahari (Kode Pa.NC)

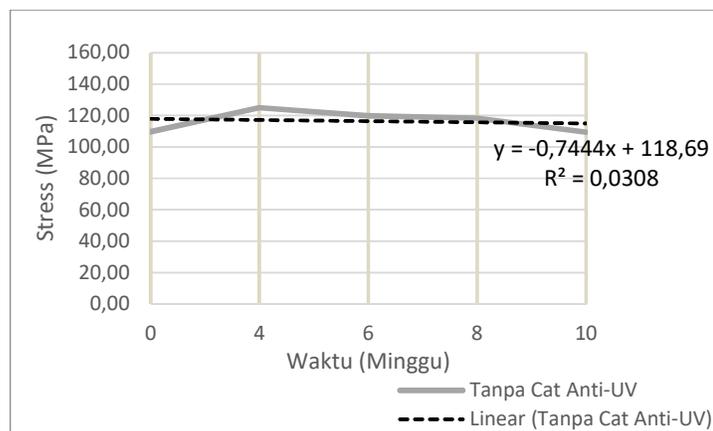
Spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari memiliki tegangan dan regangan rata-rata yang berbeda pada semua lama perlakuannya. Pada spesimen dengan lama perlakuan empat minggu, tegangan rata-rata dari pengujian tiga spesimen tersebut adalah sebesar 124,98 MPa dan regangan rata-rata sebesar 59,16%. Nilai tegangan rata-rata dan regangan rata-rata yang dimiliki oleh spesimen dengan lama perlakuan enam minggu berturut-turut adalah sebesar 119,74 MPa dan 61,16%. Selanjutnya, tegangan untuk spesimen dengan lama perlakuan delapan minggu adalah sebesar 118,28 MPa dengan regangan rata-ratanya adalah sebesar 59,47%. Sedangkan pada spesimen dengan lama perlakuan selama sepuluh minggu, tegangan rata-ratanya adalah sebesar 109,44 MPa dan regangan rata-rata sebesar 60,50%. Nilai tegangan, regangan, serta MoE dari spesimen tersebut dapat dilihat pada rekapitulasi Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen tanpa Cat Anti-UV hanya Terkespos Matahari

Kode Spesimen	Hasil Uji Tarik						
	Tegangan (MPa)	Rata-Rata Tegangan (MPa)	Regangan	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)	MoE (GPa)	MoE Rata-Rata (GPa)
4MG.Pa.NC.1	129,77	124,98	0,54	54,00	59,16	15,38	13,59
4MG.Pa.NC.2	115,31		0,59	59,13		12,48	
4MG.Pa.NC.3	129,87		0,64	64,34		12,92	
6MG.Pa.NC.1	90,41	119,74	0,64	63,78	61,16	9,07	12,65
6MG.Pa.NC.2	97,16		0,61	60,70		10,24	
6MG.Pa.NC.3	171,64		0,59	58,98		18,62	
8MG.Pa.NC.1	121,54	118,28	0,65	64,70	59,47	12,02	12,79
8MG.Pa.NC.2	116,93		0,60	60,19		12,43	
8MG.Pa.NC.3	116,37		0,54	53,53		13,91	

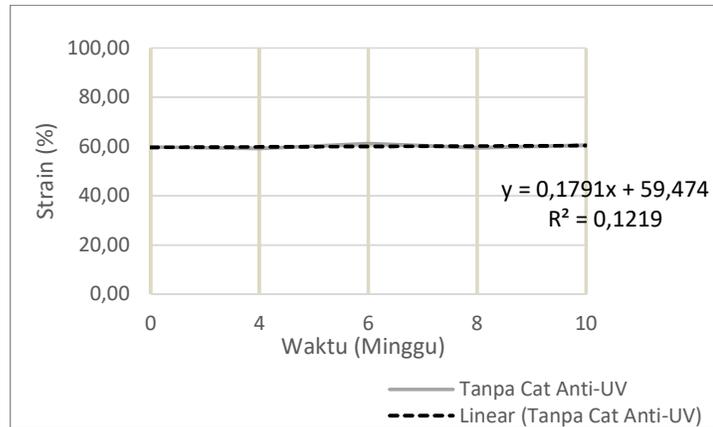
Kode Spesimen	Hasil Uji Tarik						
	Tegangan (MPa)	Rata-Rata Tegangan (MPa)	Regangan	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)	MoE (GPa)	MoE Rata-Rata (GPa)
10MG.Pa.NC.1	127,27	109,44	0,62	62,30	60,50	13,08	11,62
10MG.Pa.NC.2	131,55		0,58	57,88		14,55	
10MG.Pa.NC.3	69,51		0,61	61,33		7,25	

Modulus elastisitas rata-rata yang dimiliki spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan hanya terekspos sinar matahari juga memiliki nilai yang berbeda pada semua waktu perlakuannya. Spesimen dengan lama perlakuan empat minggu memiliki modulus elastisitas rata-rata sebesar 13,59 GPa. Spesimen dengan perlakuan selama enam minggu memiliki modulus elastisitas rata-rata sebesar 12,65 GPa. Untuk lama perlakuan delapan minggu, modulus elastisitas rata-ratanya adalah sebesar 12,79 GPa. Sedangkan pada perlakuan selama sepuluh minggu, modulus elastisitas rata-ratanya adalah sebesar 11,62 GPa. Agar lebih mempermudah dalam proses analisis, grafik tegangan, regangan, serta modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 5.4, Gambar 5.5, dan Gambar 5.6.



Gambar 5.4 Grafik tegangan spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari

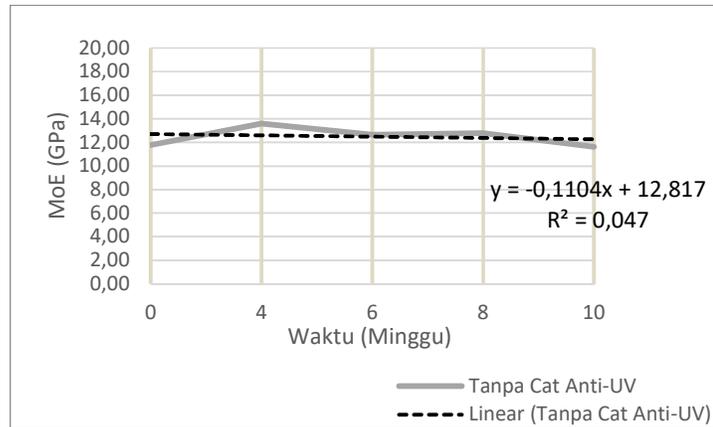
Tegangan yang dimiliki oleh spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan hanya terekspos sinar matahari secara umum mengalami kenaikan seiring dengan waktu perlakuan terhadap spesimen tersebut. Hal tersebut dapat dilihat dari *trendline* yang mengalami penurunan pada grafik tegangan spesimen tersebut pada Gambar 5.4. Spesimen dengan lama perlakuan empat minggu memiliki tegangan rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen *benchmark*. Hingga selama sepuluh minggu perlakuan, nilai tegangan terus mengalami penurunan dan merupakan nilai tegangan yang terendah dari semua spesimen dengan kode tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan hanya terekspos sinar matahari.



Gambar 5.5 Grafik regangan spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari

Regangan pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan hanya terkena sinar matahari terhadap waktu perlakuan mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak beraturan. Regangan pada spesimen dengan perlakuan selama empat minggu mengalami penurunan bila dibandingkan dengan regangan spesimen *benchmark*. Dari grafik pada Gambar 5.5 penurunan regangan yang terjadi adalah berkisar 20%. Setelah itu, kenaikan regangan terjadi dari lama perlakuan empat minggu ke lama perlakuan enam minggu dengan kenaikan regangan rata-rata sebesar 20%. Dengan adanya kenaikan pada perlakuan selama enam minggu sebesar 20%, maka regangan rata-rata pada spesimen dengan lama perlakuan enam minggu disimpulkan memiliki regangan yang sama dengan spesimen *benchmark*. Spesimen dengan lama perlakuan delapan minggu juga memiliki regangan rata-rata yang tidak jauh berbeda dengan spesimen dengan lama perlakuan enam minggu sehingga grafik terlihat datar. Setelah perlakuan selama sepuluh minggu, regangan rata-rata spesimen tersebut kembali mengalami penurunan namun tidak signifikan.

Spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan hanya terekspos sinar matahari secara keseluruhan memiliki regangan yang cenderung naik dibandingkan dengan spesimen *benchmark*. Hal tersebut juga dapat dilihat pada nilai regangan rata-rata tiap waktu perlakuan dengan regangan rata-rata spesimen *benchmark* pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.3. Walaupun demikian, *trendline* grafik pada Gambar 5.5 menunjukkan kenaikan yang masih cukup landai.



Gambar 5.6 Grafik modulus elastisitas spesimen tanpa cat anti-uv hanya terekspos matahari

Gambar 5.6 menjelaskan bahwa modulus elastisitas pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan hanya terekspos sinar matahari dalam variasi waktu mengalami penurunan sesuai dengan *trendline* yang ada pada grafik tersebut. Spesimen dengan lama perlakuan empat minggu memiliki modulus elastisitas tertinggi. Selanjutnya, spesimen dengan lama perlakuan enam minggu mengalami penurunan modulus elastisitas bila dibandingkan dengan lama perlakuan empat minggu. Pada spesimen dengan lama perlakuan sepuluh minggu, modulus elastisitasnya mengalami penurunan dengan nilai terendah pada spesimen yang sudah mengalami perlakuan. Dari *trendline* yang terlihat pada grafik, kecenderungan modulus elastisitas pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari yang terjadi adalah menurun.

### 3. Perlakuan Spesimen Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Hu.NC)

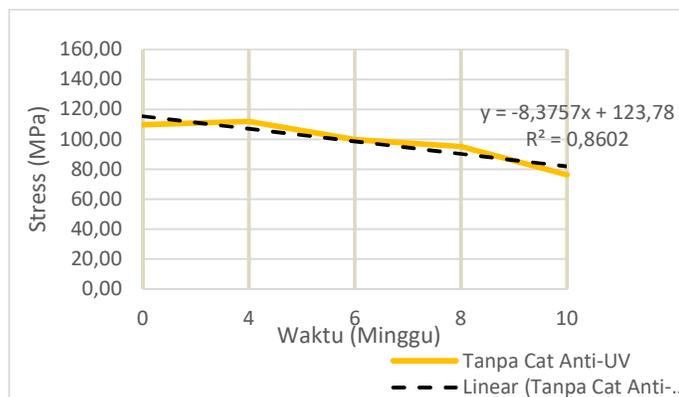
Nilai kuat tarik atau tegangan, regangan, serta MoE pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan dalam variasi waktu dapat dilihat pada rekapitulasi dalam Tabel 5.4. Nilai kuat tarik atau tegangan merupakan hasil pembagian beban tarik yang bekerja (kN) dengan luasan penampang melintang bagian spesimen yang mengalami deformasi (mm<sup>2</sup>). Dengan begitu, didapatkan bahwa rata-rata tegangan spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu adalah sebesar 112,01 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 71,61%. Spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu memiliki tegangan rata-rata sebesar 99,86 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 69,75%. Pada waktu perlakuan selama delapan minggu, spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki tegangan rata-rata sebesar 95,28 MPa dan regangan rata-rata sebesar 68,31%. Sedangkan pada waktu

perlakuan selama sepuluh minggu, spesimen laminasi bilah bambu memiliki tegangan rata-rata sebesar 76,30 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 63,45%.

Tabel 5.4 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen tanpa Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan

No.	Kode Spesimen	Hasil Uji Tarik						
		Tegangan (MPa)	Rata-Rata Tegangan (MPa)	Regangan	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)	MoE (GPa)	MoE Rata-Rata (GPa)
1	4MG.Hu.NC.1	102,80	112,01	0,76	76,25	71,61	8,63	10,14
2	4MG.Hu.NC.2	127,57		0,64	64,36		12,69	
3	4MG.Hu.NC.3	105,67		0,74	74,22		9,11	
4	6MG.Hu.NC.1	113,84	99,86	0,66	66,41	69,75	10,97	9,35
5	6MG.Hu.NC.2	118,28		0,66	65,98		11,47	
6	6MG.Hu.NC.3	67,46		0,77	76,86		5,62	
7	8MG.Hu.NC.1	79,26	95,28	0,77	76,52	68,31	6,63	9,10
8	8MG.Hu.NC.2	85,54		0,65	65,28		8,39	
9	8MG.Hu.NC.3	121,05		0,63	63,14		12,27	
10	10MG.Hu.NC.1	71,47	76,30	0,58	57,55	63,45	7,95	7,77
11	10MG.Hu.NC.2	56,05		0,69	68,94		5,20	
12	10MG.Hu.NC.3	101,38		0,64	63,86		10,16	

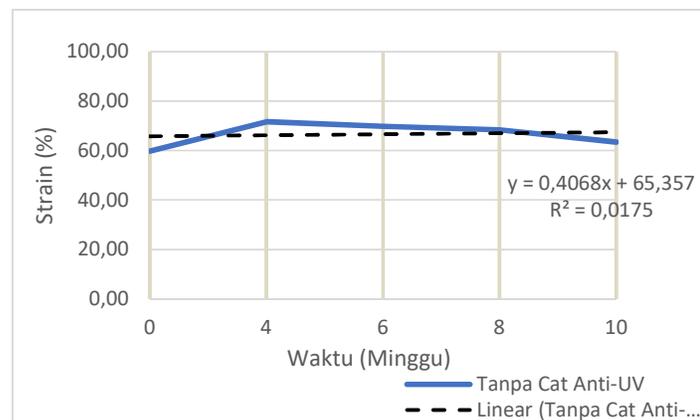
Nilai MoE rata-rata pada spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu adalah sebesar 10,14 GPa. Spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu memiliki MoE rata-rata sebesar 9,35 GPa. Pada variasi waktu perlakuan selama delapan minggu, MoE rata-ratanya adalah sebesar 9,10 GPa. Sedangkan pada waktu perlakuan selama sepuluh minggu, MoE rata-rata yang terjadi adalah sebesar 7,77 GPa. Nilai MoE rata-rata tertinggi dimiliki oleh spesimen dengan lama perlakuan empat minggu. Sedangkan nilai MoE rata-rata terendah, spesimen dengan lama perlakuan sepuluh minggu memiliki nilai MoE yang paling rendah. Untuk lebih jelasnya, perbandingan nilai tegangan, regangan, dan MoE pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.7, Gambar 5.8, dan Gambar 5.9.



Gambar 5.7 Grafik tegangan spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan

Gambar 5.7 menunjukkan grafik garis tegangan hasil pengujian tarik spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan terhadap waktu perlakuan. Dari *trendline* grafik tersebut, dapat dilihat bahwa tegangan rata-rata, yang juga merupakan kuat tarik rata-rata spesimen, dari mulai waktu perlakuan nol minggu (*benchmark*) sampai enam minggu mengalami penurunan yang cukup signifikan. Tegangan rata-rata spesimen tersebut mengalami penurunan dimulai dari waktu perlakuan selama enam minggu. Karena pada spesimen tanpa perlakuan hingga spesimen dengan perlakuan selama empat minggu, tegangan rata-rata terjadi kenaikan yang tidak signifikan sehingga kenaikan tersebut pada grafik hampir tidak terlihat. Penurunan tegangan rata-rata pada spesimen dengan perlakuan selama enam minggu terjadi cukup signifikan dengan selisih sekitar 10 MPa. Selain itu, grafik juga menunjukkan penurunan kembali pada spesimen dengan lama perlakuan delapan minggu namun penurunan yang terjadi tidak signifikan. Tegangan rata-rata pada spesimen dengan perlakuan selama sepuluh minggu merupakan tegangan rata-rata terendah pada variasi perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan.

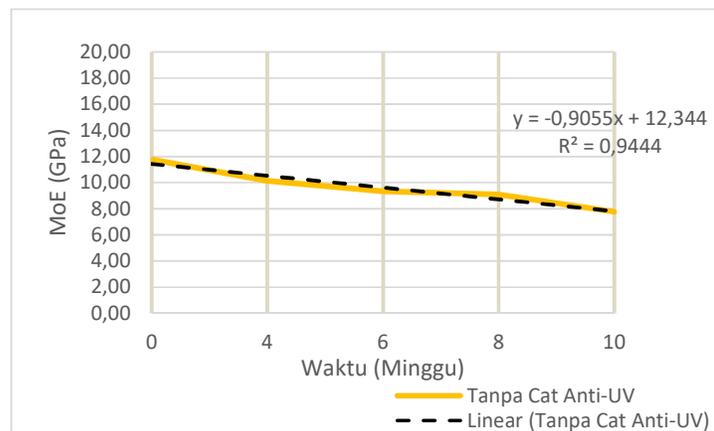
Regangan yang terjadi selama pengujian tarik laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan cenderung mengalami kenaikan walaupun tidak terlalu signifikan. Hal tersebut dapat dilihat dari *trendline* yang ada pada grafik Gambar 5.8. Pada grafik, *trendline* tersebut terlihat mengalami kenaikan dari mulai *benchmark* hingga waktu perlakuan selama sepuluh minggu. Walaupun begitu, kenaikan *trendline* tersebut masih terbilang landai sehingga kenaikan yang terjadi dapat disimpulkan tidak signifikan.



Gambar 5.8 Grafik regangan spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan

Penurunan nilai regangan pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan ini dimulai pada perlakuan selama empat minggu dibandingkan dengan spesimen *benchmark*. Nilai regangan pada perlakuan selama empat

minggu juga merupakan nilai tertinggi. Sedangkan nilai regangan terendah dimiliki oleh spesimen dengan perlakuan selama sepuluh minggu. Nilai regangan pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan dari perlakuan selama empat minggu hingga enam minggu mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan. Penurunan juga terjadi pada perlakuan selama delapan minggu hingga sepuluh minggu. Begitu pula dengan nilai regangan yang terjadi pada spesimen dengan perlakuan selama sepuluh minggu mengalami penurunan.



Gambar 5.9 Grafik modulus elastisitas spesimen tanpa cat anti-uv terekspos matahari dan hujan

Perlakuan spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki modulus elastisitas yang berbeda-beda pada tiap lama perlakuannya. Nilai perbedaan tersebut didapat berdasarkan dengan perbandingan nilai yang ada pada Tabel 5.4 dan secara keseluruhan mengalami penurunan seperti yang tampak pada grafik Gambar 5.9. Penurunan nilai modulus elastisitas terjadi mulai spesimen dengan lama perlakuan empat minggu. Kemudian, terjadi penurunan yang konstan pada grafik tersebut setelah perlakuan selama enam minggu dan hingga selanjutnya sampai sepuluh minggu. Spesimen dengan lama perlakuan sepuluh minggu tersebut juga merupakan nilai terendah dari modulus elastisitas spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan. *Trendline* grafik menunjukkan kenaikan yang tidak signifikan karena regangan yang terjadi secara keseluruhan mengalami kenaikan.

### 5.2.2. Kuat Tarik (Tegangan) Spesimen dengan Aplikasi Cat Anti-UV

#### 1. Perlakuan Spesimen Tidak Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Te.C)

Nilai kuat tarik atau tegangan, regangan, serta MoE pada spesimen laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan dalam variasi waktu dapat dilihat pada rekapitulasi dalam Tabel 5.5. Nilai kuat tarik atau

tegangan merupakan hasil pembagian beban tarik yang bekerja (kN) dengan luasan penampang melintang bagian spesimen yang mengalami deformasi (mm<sup>2</sup>). Dengan begitu, didapatkan bahwa rata-rata tegangan spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu adalah sebesar 120,74 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 56,95%. Spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu memiliki tegangan rata-rata sebesar 121,21 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 60,24%. Pada waktu perlakuan selama delapan minggu, spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki tegangan rata-rata sebesar 118,74 MPa dan regangan rata-rata sebesar 58,91%. Sedangkan pada waktu perlakuan selama sepuluh minggu, spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki tegangan rata-rata sebesar 122,14 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 60,42%.

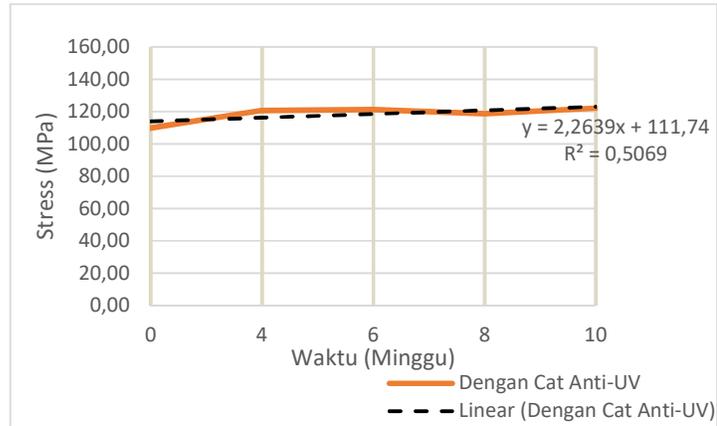
Tabel 5.5 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen dengan Cat Anti-UV Tidak Terekspos Matahari dan Hujan

No.	Kode Spesimen	Hasil Uji Tarik						
		Tegangan (MPa)	Rata-Rata Tegangan (MPa)	Regangan	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)	MoE (GPa)	MoE Rata-Rata (GPa)
1	4MG.Te.C.1	119,02	120,74	0,56	55,98	56,95	13,61	13,65
2	4MG.Te.C.2	119,94		0,52	51,77		14,83	
3	4MG.Te.C.3	123,28		0,63	63,09		12,50	
4	6MG.Te.C.1	125,93	121,21	0,66	65,88	60,24	12,23	13,06
5	6MG.Te.C.2	115,68		0,49	49,16		15,06	
6	6MG.Te.C.3	122,02		0,66	65,69		11,89	
7	8MG.Te.C.1	142,64	118,74	0,59	58,83	58,91	15,52	13,02
8	8MG.Te.C.2	100,07		0,65	64,53		9,92	
9	8MG.Te.C.3	113,51		0,53	53,36		13,61	
10	10MG.Te.C.1	121,85	122,14	0,56	56,14	60,42	13,89	12,97
11	10MG.Te.C.2	118,08		0,63	63,19		11,96	
12	10MG.Te.C.3	126,48		0,62	61,92		13,07	

Nilai MoE yang terdapat pada spesimen laminasi bilah bambu juga dapat diketahui dengan melihat pada Tabel 5.5. MoE rata-rata pada spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu adalah sebesar 13,65 GPa. Spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu memiliki MoE rata-rata sebesar 13,06 GPa. Pada variasi waktu perlakuan selama delapan minggu, MoE rata-ratanya adalah sebesar 13,02 GPa. Sedangkan pada waktu perlakuan selama sepuluh minggu, MoE rata-rata yang terjadi adalah sebesar 12,97 GPa.

Hasil pengujian tarik dari variasi perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan tertinggi dimiliki oleh spesimen dengan waktu perlakuan selama sepuluh minggu. Sedangkan nilai MoE tertinggi dimiliki oleh spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu. Namun, spesimen dengan waktu perlakuan

selama empat minggu tersebut memiliki nilai regangan yang terendah. Selain itu, nilai tegangan dan MoE yang terendah terdapat pada spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu. Untuk lebih jelasnya, perbandingan nilai tegangan, regangan, dan MoE pada spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.10, Gambar 5.11, dan Gambar 5.12.

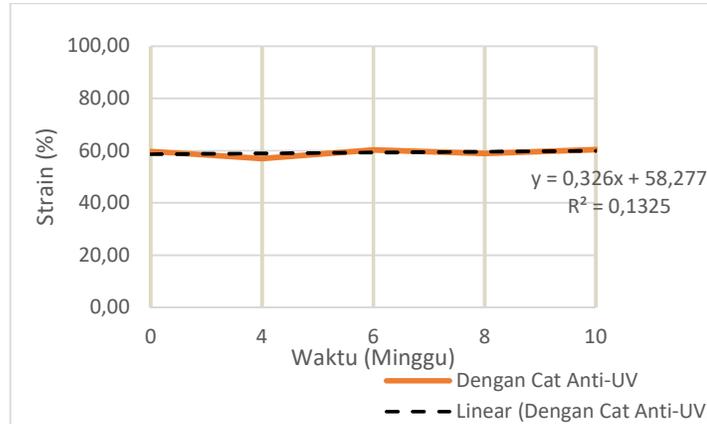


Gambar 5.10 Grafik tegangan spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan

Gambar 5.10 menunjukkan grafik garis tegangan hasil pengujian tarik spesimen laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan terhadap waktu perlakuan. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa tegangan rata-rata, yang juga merupakan kuat tarik rata-rata spesimen, dari mulai waktu perlakuan nol minggu (*benchmark*) sampai sepuluh minggu mengalami kenaikan yang tidak terlalu signifikan. Tegangan rata-rata spesimen tersebut mengalami penurunan yang signifikan setelah waktu perlakuan selama delapan minggu. Penurunan yang terjadi dapat disebabkan karena faktor pembuatan spesimen yang tidak dalam satu papan. Selain itu, kenaikan terjadi karena nilai tegangan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv pada perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan lebih tinggi dari nilai tegangan *benchmark*. Pada grafik, terdapat juga garis *trendline* yang cenderung mengalami kenaikan. Namun, secara umum nilai tegangan yang terjadi pada spesimen dengan cat anti-uv pasca perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan terlihat lebih stabil.

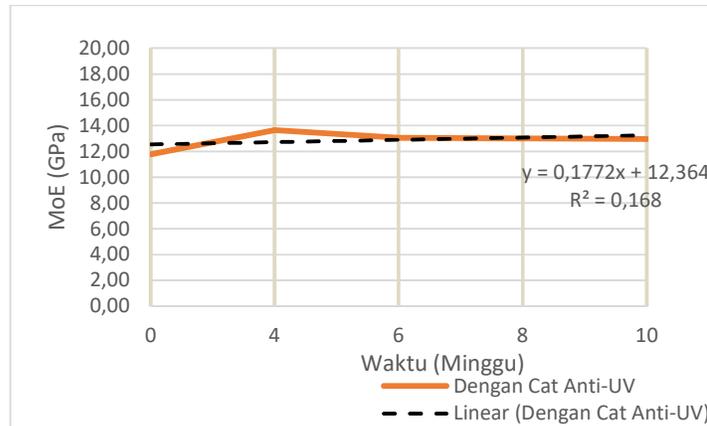
Regangan yang terjadi selama pengujian tarik laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan cenderung mengalami kenaikan walaupun tidak terlihat. Hal tersebut dapat dilihat dari *trendline* yang ada pada grafik Gambar 5.11. Pada grafik, *trendline* tersebut terlihat mengalami kenaikan dari mulai *benchmark*

hingga waktu perlakuan selama sepuluh minggu. Walaupun begitu, kenaikan *trendline* tersebut masih terbilang landai sehingga kenaikan yang terjadi tidak terlalu terlihat.



Gambar 5.11 Grafik regangan spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan

Penurunan nilai regangan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv pada perlakuan di dalam ruang tertutup ini terjadi pada perlakuan selama empat minggu. Nilai regangan pada perlakuan selama empat minggu juga merupakan nilai terendah. Kenaikan nilai regangan terjadi pada spesimen dengan perlakuan selama enam minggu. Kemudian, nilai regangan mengalami kenaikan pada lama perlakuan enam minggu. Namun, penurunan terjadi lagi pada perlakuan selama delapan minggu. Meskipun begitu, nilai regangan yang terjadi pada spesimen dengan perlakuan selama sepuluh minggu mengalami kenaikan kembali dibandingkan dengan spesimen dengan perlakuan selama delapan minggu.



Gambar 5.12 Grafik modulus elastisitas spesimen dengan cat anti-uv tidak terekspos matahari dan hujan

Perlakuan spesimen dengan aplikasi cat anti-uv memiliki modulus elastisitas yang berbeda-beda pada tiap lama perlakuannya. Kenaikan nilai modulus elastisitas yang cukup signifikan terjadi pada spesimen dengan lama perlakuan empat minggu. Spesimen dengan lama

perlakuan empat minggu tersebut merupakan nilai tertinggi dari grafik modulus elastisitas spesimen dengan aplikasi cat anti-uv pada perlakuan di dalam ruang tertutup. Kemudian, terjadi penurunan yang tajam pada grafik tersebut setelah perlakuan selama enam minggu selanjutnya hingga sepuluh minggu. Oleh karena itu, secara umum menunjukkan adanya penurunan nilai modulus elastisitas. Kenaikan garis *trendline* terjadi karena nilai modulus elastisitas pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv pasca perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan memiliki nilai lebih besar dari nilai modulus elastisitas spesimen *benchmark*.

## 2. Perlakuan Spesimen Hanya Terekspos Sinar Matahari (Kode Pa.C)

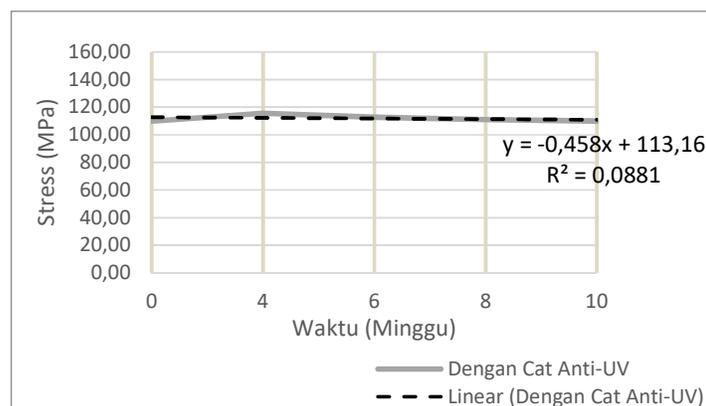
Spesimen laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari atau dengan kode Pa.C memiliki tegangan dan regangan rata-rata yang berbeda pada semua lama perlakuannya. Pada spesimen dengan lama perlakuan empat minggu, tegangan rata-rata dari pengujian tiga spesimen tersebut adalah sebesar 115,62 MPa dan regangan rata-rata sebesar 60,24%. Nilai tegangan rata-rata dan regangan rata-rata yang dimiliki oleh spesimen dengan lama perlakuan enam minggu berturut-turut adalah sebesar 112,68 MPa dan 58,36%. Selanjutnya, tegangan untuk spesimen dengan lama perlakuan delapan minggu adalah sebesar 111,01 MPa dengan regangan rata-ratanya adalah sebesar 58,35%. Sedangkan pada spesimen dengan lama perlakuan selama sepuluh minggu, tegangan rata-ratanya adalah sebesar 109,83 MPa dan regangan rata-rata sebesar 62,97%. Nilai tegangan, regangan, serta MoE dari spesimen dengan kode Pa.C tersebut dapat dilihat pada rekapitulasi Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen dengan Cat Anti-UV Hanya Terekspos Matahari

No.	Kode Spesimen	Hasil Uji Tarik						
		Tegangan (MPa)	Rata-Rata Tegangan (MPa)	Regangan	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)	MoE (GPa)	MoE Rata-Rata (GPa)
1	4MG.Pa.C.1	114,65	115,62	0,65	65,09	60,24	11,27	12,32
2	4MG.Pa.C.2	120,87		0,59	58,50		13,22	
3	4MG.Pa.C.3	111,33		0,57	57,13		12,47	
4	6MG.Pa.C.1	121,87	112,68	0,62	62,19	58,36	12,54	12,39
5	6MG.Pa.C.2	107,98		0,52	52,39		13,19	
6	6MG.Pa.C.3	108,18		0,61	60,52		11,44	
7	8MG.Pa.C.1	112,56	111,01	0,54	54,25	58,35	13,28	12,25
8	8MG.Pa.C.2	109,91		0,56	56,08		12,54	
9	8MG.Pa.C.3	110,57		0,65	64,72		10,93	
10	10MG.Pa.C.1	110,10	109,83	0,68	67,83	62,97	10,39	11,32
11	10MG.Pa.C.2	111,04		0,53	53,14		13,37	
12	10MG.Pa.C.3	108,34		0,68	67,95		10,20	

Modulus elastisitas rata-rata yang dimiliki spesimen laminasi bilah bambu dengan hanya terekspos sinar matahari juga memiliki nilai yang berbeda pada semua waktu perlakuannya. Spesimen dengan lama perlakuan empat minggu memiliki modulus elastisitas rata-rata sebesar 12,32 GPa. Spesimen dengan perlakuan selama enam minggu memiliki modulus elastisitas rata-rata sebesar 12,39 GPa. Untuk lama perlakuan delapan minggu, modulus elastisitas rata-ratanya adalah sebesar 12,25 GPa. Sedangkan pada perlakuan selama sepuluh minggu, modulus elastisitas rata-ratanya adalah sebesar 11,32 GPa. Agar lebih mempermudah dalam proses analisis, grafik tegangan, regangan, serta modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 5.13, Gambar 5.14, Gambar 5.15.

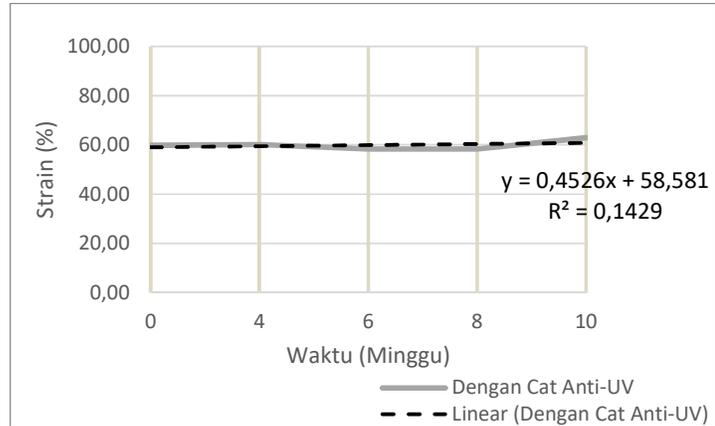
Tegangan yang dimiliki oleh spesimen laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv hanya terekspos sinar matahari secara umum cenderung mengalami penurunan seiring dengan waktu perlakuan terhadap spesimen tersebut. Hal tersebut dapat dilihat dari *trendline* yang mengalami penurunan pada grafik tegangan spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari pada Gambar 5.13. Spesimen dengan lama perlakuan empat minggu memiliki tegangan rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen *benchmark*. Kenaikan yang terjadi dari mulai spesimen *benchmark* hingga spesimen dengan lama perlakuan empat minggu merupakan kenaikan yang landai. Selanjutnya, pada minggu keenam perlakuan spesimen mengalami penurunan tegangan yang tidak terlalu jauh atau sangat landai. Hingga setelah selama sepuluh minggu perlakuan, nilai tegangan mengalami penurunan dan merupakan nilai tegangan yang terendah dari semua spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari.



Gambar 5.13 Grafik tegangan spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari

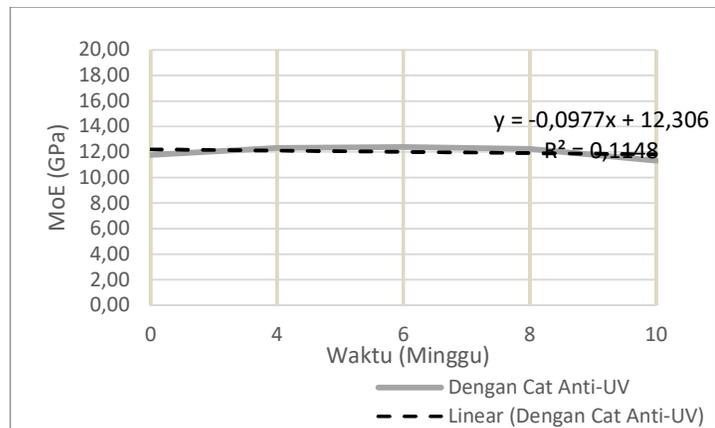
Regangan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari terhadap waktu perlakuan mengalami kenaikan namun terjadi secara naik-turun.

Regangan pada spesimen dengan perlakuan selama empat minggu mengalami kenaikan bila dibandingkan dengan regangan spesimen *benchmark* dari grafik pada Gambar 5.12. Setelah itu, penurunan regangan terjadi dari lama perlakuan empat minggu hingga lama perlakuan sepuluh minggu. Regangan spesimen dengan aplikasi cat anti-uv pasca perlakuan dengan hanya terekspos sinar matahari secara umum mengalami kenaikan yang sangat landai. Hal tersebut dapat dilihat juga pada *trendline* pada grafik di atas.



Gambar 5.14 Grafik regangan spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari

Gambar 5.15 menjelaskan bahwa modulus elastisitas pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan hanya terekspos sinar matahari dalam variasi waktu mengalami penurunan sesuai dengan *trendline* yang ada pada grafik tersebut. Spesimen dengan lama perlakuan empat minggu hingga dengan perlakuan selama delapan minggu cenderung konstan nilai modulus elastisitasnya. Pada spesimen dengan lama perlakuan sepuluh minggu, modulus elastisitasnya mengalami penurunan dengan nilai terendah pada spesimen yang sudah mengalami perlakuan.



Gambar 5.15 Grafik modulus elastisitas spesimen dengan cat anti-uv hanya terekspos matahari

### 3. Perlakuan Spesimen Terekspos Sinar Matahari dan Hujan (Kode Hu.C)

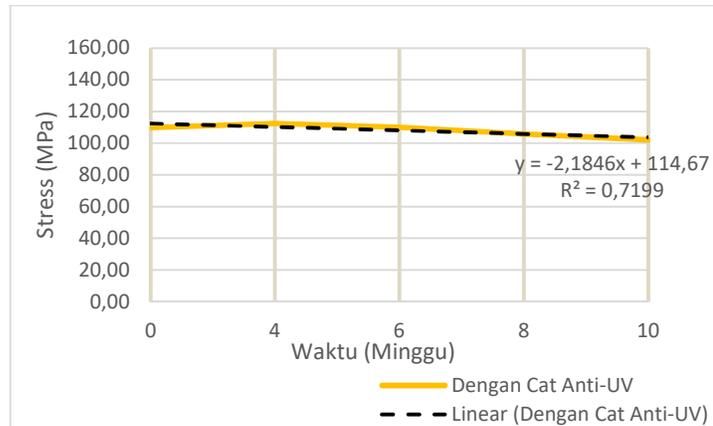
Nilai kuat tarik atau tegangan, regangan, serta MoE pada spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan dalam variasi waktu dapat dilihat pada rekapitulasi dalam Tabel 5.7. Nilai kuat tarik atau tegangan merupakan hasil pembagian beban tarik yang bekerja (kN) dengan luasan penampang melintang bagian spesimen yang mengalami deformasi (mm<sup>2</sup>). Dengan begitu, didapatkan bahwa rata-rata tegangan spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu adalah sebesar 112,50 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 59,04%. Spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu memiliki tegangan rata-rata sebesar 110,14 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 64,76%. Pada waktu perlakuan selama delapan minggu, spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki tegangan rata-rata sebesar 105,95 MPa dan regangan rata-rata sebesar 67,99%. Sedangkan pada waktu perlakuan selama sepuluh minggu, spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki tegangan rata-rata sebesar 102,16 MPa dengan regangan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 68,48%.

Tabel 5.7 Nilai Tegangan, Regangan, dan MoE Spesimen dengan Cat Anti-UV Terekspos Matahari dan Hujan

No.	Kode Spesimen	Hasil Uji Tarik						
		Tegangan (MPa)	Rata-Rata Tegangan (MPa)	Regangan	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)	MoE (GPa)	MoE Rata-Rata (GPa)
1	4MG.Hu.C.1	112,75	112,50	0,58	58,06	59,04	12,43	12,12
2	4MG.Hu.C.2	80,16		0,47	47,00		10,92	
3	4MG.Hu.C.3	144,59		0,54	54,05		17,12	
4	6MG.Hu.C.1	91,34	110,14	0,84	84,22	64,76	6,94	10,81
5	6MG.Hu.C.2	102,22		0,72	71,53		9,15	
6	6MG.Hu.C.3	136,84		0,60	60,14		14,56	
7	8MG.Hu.C.1	93,08	105,95	0,67	66,58	67,99	8,95	9,95
8	8MG.Hu.C.2	100,51		0,67	66,63		9,66	
9	8MG.Hu.C.3	124,27		0,71	70,77		11,24	
10	10MG.Hu.C.1	93,79	102,16	0,75	75,33	68,48	7,97	9,37
11	10MG.Hu.C.2	143,66		0,88	87,66		10,49	
12	10MG.Hu.C.3	69,05		0,72	72,44		6,10	

Nilai MoE rata-rata pada spesimen dengan waktu perlakuan selama empat minggu adalah sebesar 12,12 GPa. Spesimen dengan waktu perlakuan selama enam minggu memiliki MoE rata-rata sebesar 10,81 GPa. Pada variasi waktu perlakuan selama delapan minggu, MoE rata-ratanya adalah sebesar 9,95 GPa. Sedangkan pada waktu perlakuan selama sepuluh minggu, MoE rata-rata yang terjadi adalah sebesar 9,37 GPa. Untuk lebih jelasnya,

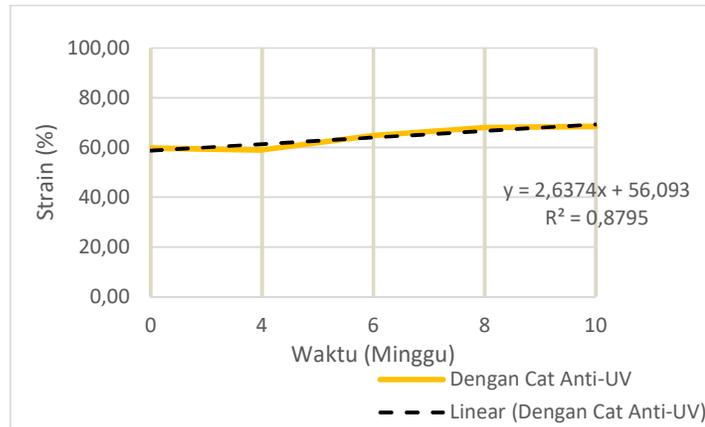
perbandingan nilai tegangan, regangan, dan MoE pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.16, Gambar 5.17, dan Gambar 5.18.



Gambar 5.16 Grafik tegangan spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan

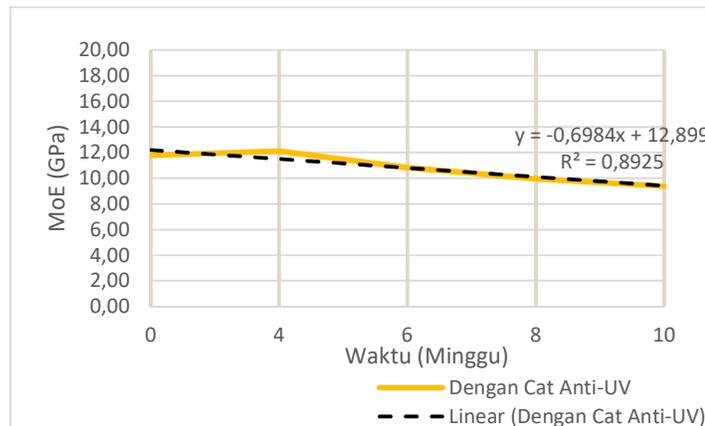
Gambar 5.16 menunjukkan grafik garis tegangan hasil pengujian tarik spesimen laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan terhadap waktu perlakuan. Dari *trendline* grafik tersebut, dapat dilihat bahwa tegangan rata-rata, yang juga merupakan kuat tarik rata-rata spesimen, dari mulai waktu perlakuan nol minggu (*benchmark*) sampai enam minggu mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan atau landai. Tegangan rata-rata spesimen tersebut mengalami penurunan dimulai dari waktu perlakuan selama empat minggu. Karena pada spesimen tanpa perlakuan atau *benchmark* hingga spesimen dengan perlakuan selama empat minggu, tegangan rata-rata terjadi kenaikan yang tidak signifikan sehingga kenaikan tersebut pada grafik hampir tidak terlihat. Pada perlakuan selama enam minggu, penurunan terjadi secara konstan dari tegangan spesimen dengan lama perlakuan empat minggu. Selain itu, grafik juga menunjukkan penurunan kembali pada spesimen dengan lama perlakuan delapan minggu namun penurunan yang terjadi tidak signifikan. Tegangan rata-rata pada spesimen dengan perlakuan selama sepuluh minggu merupakan tegangan rata-rata terendah pada variasi perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan.

Regangan yang terjadi selama pengujian tarik laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan cenderung mengalami kenaikan walaupun tidak terlalu signifikan. Hal tersebut dapat dilihat dari *trendline* yang ada pada grafik Gambar 5.17. Pada grafik, *trendline* tersebut terlihat mengalami kenaikan dari mulai *benchmark* hingga waktu perlakuan selama sepuluh minggu dengan sangat signifikan.



Gambar 5.17 Grafik regangan spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan

Kenaikan nilai regangan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan ini terjadi pada perlakuan enam minggu. Pada mulanya, nilai regangan pada spesimen dengan lama perlakuan empat minggu terlihat tidak terjadi perubahan dibandingkan dengan nilai regangan *benchmark* walaupun sebenarnya terjadi penurunan yang sangat kecil. Setelah itu, nilai regangan pada perlakuan selama enam minggu mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Kenaikan tersebut berlanjut hingga perlakuan selama delapan minggu dan sepuluh minggu. Namun, kenaikan regangan yang terjadi pada minggu kedelapan hingga kesepuluh terlihat tidak terlalu signifikan.



Gambar 5.18 Grafik modulus elastisitas spesimen dengan cat anti-uv terekspos matahari dan hujan

Perlakuan spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki modulus elastisitas yang berbeda-beda pada tiap lama perlakuannya. Penurunan nilai modulus elastisitas terjadi pada grafik Gambar 5.18. Kenaikan nilai modulus elastisitas yang cukup signifikan terjadi pada spesimen dengan lama perlakuan empat minggu dibandingkan dengan nilai modulus elastisitas spesimen *benchmark*. Spesimen dengan lama perlakuan empat minggu memiliki nilai modulus

elastisitas yang tertinggi. Kemudian, terjadi penurunan yang konstan pada grafik tersebut setelah perlakuan selama enam minggu dan hingga selanjutnya selama sepuluh minggu. Spesimen dengan lama perlakuan sepuluh minggu tersebut juga merupakan nilai modulus elastisitas terendah spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan. Oleh karena itu, *trendline* grafik menunjukkan adanya penurunan yang terlihat signifikan dan dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan mengalami penurunan yang signifikan selama variasi waktu perlakuan.

### 5.2.3. Perbandingan Kuat Tarik (Tegangan) Variasi Spesimen

Penurunan kuat tarik atau tegangan hasil pengujian tiap variasi spesimen dilakukan dengan melihat perubahan tegangan yang terjadi pada tiap-tiap selang waktu perlakuan terhadap spesimen. Perhitungan yang dilakukan adalah dengan mengurangi rata-rata tegangan tiga spesimen dari tiap waktu perlakuan. Selanjutnya, perbandingan dilakukan dengan menentukan selisih penurunan tegangan pada spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv. Persentase perbandingan dihitung berdasarkan selisih penurunan tegangan spesimen dengan aplikasi cat anti-uv serta tanpa aplikasi cat anti-uv terhadap tegangan spesimen pada perlakuan selama empat minggu. Kemudian, persentase penurunan dirata-ratakan untuk dapat ditarik kesimpulan perbandingannya. Nilai persentase lebih dari 100% merupakan tanda bahwa penurunan yang terjadi antara laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki penurunan yang lebih besar dibandingkan dengan laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv. Oleh karena itu, didapatkan hasil bahwa penurunan tegangan laminasi bilah bambu tanpa aplikasi lebih cepat mengalami penurunan tegangan dibandingkan dengan laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv. Persentase perbandingan tegangan variasi spesimen dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Selisih Tegangan Antara Laminasi Dengan Cat Anti-UV Dengan Laminasi Tanpa Cat Anti-UV

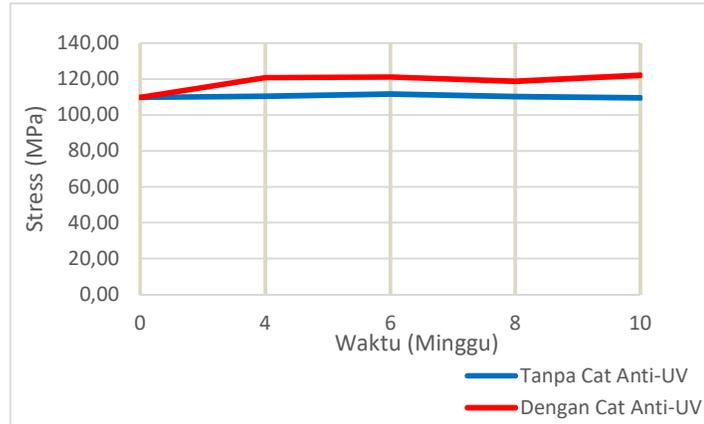
Variasi Perlakuan		Variasi Spesimen						Selisih	
Jenis Perlakuan	Waktu Perlakuan (Minggu)	Spesimen Dengan Aplikasi Cat Anti-UV			Spesimen Tanpa Aplikasi Cat Anti-UV			Rata-Rata Penurunan (MPa)	Persentase (%)
		Tegangan (MPa)	Penurunan (MPa)	Rata-Rata Penurunan (MPa)	Tegangan (MPa)	Penurunan (MPa)	Rata-Rata Penurunan (MPa)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9 (5 - 8)	10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-Matahari</li> <li>• Non-Hujan</li> </ul>	4 (Empat)	120,74	-0,47	-0,46	110,42	-1,31	0,27	0,74	158,94
	6 (Enam)	121,21			111,74				

Variasi Perlakuan		Variasi Spesimen						Selisih	
Jenis Perlakuan	Waktu Perlakuan (Minggu)	Spesimen Dengan Aplikasi Cat Anti-UV			Spesimen Tanpa Aplikasi Cat Anti-UV			Rata-Rata Penurunan (MPa)	Persentase (%)
		Tegangan (MPa)	Penurunan (MPa)	Rata-Rata Penurunan (MPa)	Tegangan (MPa)	Penurunan (MPa)	Rata-Rata Penurunan (MPa)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9 (5 - 8)	10
	8 (Delapan)	118,74	2,47		110,36	1,38			
	10 (Sepuluh)	122,14	-3,39		109,60	0,76			
	4 (Empat)	115,62	2,94		124,98	5,25			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matahari</li> <li>• Non-Hujan</li> </ul>	6 (Enam)	112,68	1,66	1,93	119,74	1,46	5,18	3,25	168,40
	8 (Delapan)	111,01	1,18		118,28	8,84			
	10 (Sepuluh)	109,83	2,37		112,01	12,15			
	6 (Enam)	110,14	4,18		99,86	4,58			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matahari</li> <li>• Hujan</li> </ul>	8 (Delapan)	105,95	3,79	3,45	95,28	18,98	11,90	8,46	245,43
	10 (Sepuluh)	102,16	2,37		112,01	12,15			
	6 (Enam)	110,14	4,18		99,86	4,58			
	8 (Delapan)	105,95	3,79		95,28	18,98			

Persentase rata-rata perbandingan pada perlakuan laminasi bilah bambu yang tidak terekspos sinar matahari dan cuaca didapatkan sebesar 158,94% atau sebesar 1,58 kali antara variasi spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv. Pada perlakuan hanya terekspos sinar matahari, persentase rata-rata perbandingan penurunan tegangan yang didapat adalah sebesar 168,40% atau 1,68 kali. Sedangkan pada perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan, persentase rata-rata yang didapat adalah sebesar 245,43% atau 2,45 kali penurunan yang terjadi lebih cepat antara variasi spesimen dengan aplikasi cat anti-uv dengan spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv. Untuk lebih jelasnya, grafik perbandingan penurunan tegangan tiap variasi spesimen pada variasi perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.19, Gambar 5.20, dan Gambar 5.21.

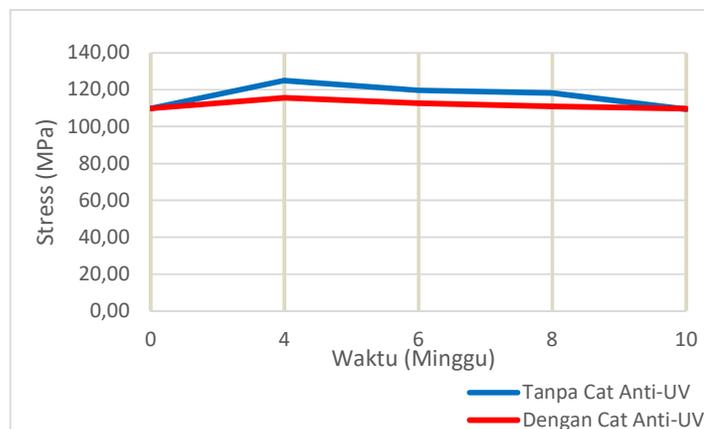
Tegangan pada laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv untuk perlakuan tanpa terekspos sinar matahari serta hujan hampir tidak terlihat mengalami perubahan yang berarti seiring waktu perlakuan seperti yang terlihat pada Gambar 5.19. Hal tersebut juga terjadi pada laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv. Walaupun, pada minggu ke delapan

perlakuan mengalami penurunan, namun tidak terlalu signifikan dan pada perlakuan minggu ke sepuluh tegangan mengalami kenaikan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perbedaan penurunan tegangan antara laminasi bambu yang diberi perlindungan cat anti-uv dengan yang tidak diberi cat tidak terlalu signifikan pada perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan.



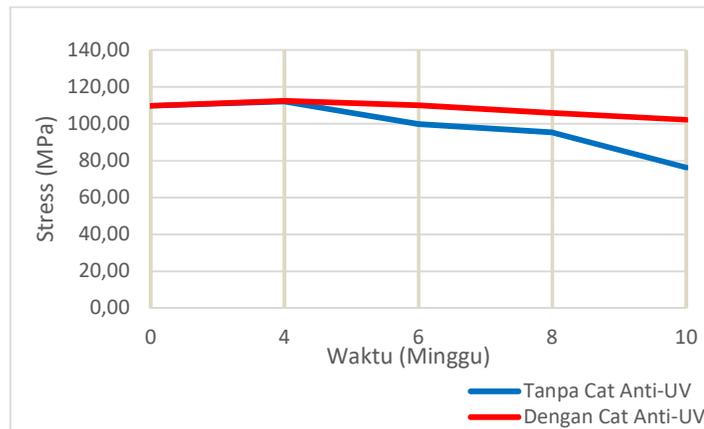
Gambar 5.19 Grafik perbandingan penurunan tegangan tidak terekspos matahari dan hujan

Gambar 5.20 menunjukkan grafik perbandingan penurunan tegangan yang terjadi pada laminasi bambu dengan dan tanpa aplikasi cat anti-uv pada perlakuan hanya terekspos sinar matahari saja. Penurunan tegangan yang terjadi pada laminasi bambu tanpa aplikasi cat anti-uv terlihat lebih curam dibandingkan dengan laminasi bambu dengan aplikasi cat anti-uv. Penurunan pada laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dimulai dari waktu perlakuan selama empat minggu hingga sepuluh minggu dengan terjadi penurunan yang cukup signifikan pada perlakuan ke sepuluh minggu. Sedangkan laminasi bambu dengan aplikasi cat anti-uv, penurunan tegangan yang terjadi lebih landai dan tidak terlihat penurunan yang cukup signifikan.



Gambar 5.20 Grafik perbandingan penurunan tegangan hanya terekspos matahari

Gambar 5.21 menunjukkan grafik perbandingan penurunan tegangan antara laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv serta laminasi bambu tanpa aplikasi cat anti-uv. Pada grafik, perubahan tegangan seiring waktu untuk laminasi tanpa aplikasi cat mengalami penurunan yang curam. Penurunan terlihat dimulai dari waktu perlakuan selama empat minggu yang diikuti hingga selama sepuluh minggu. Sedangkan pada laminasi dengan aplikasi cat anti-uv, terlihat bahwa penurunan yang terjadi cenderung landai dan tidak terjadi gejala penurunan yang signifikan.



Gambar 5.21 Grafik perbandingan penurunan tegangan terekspos matahari dan hujan

### 5.3. Prakiraan Masa Pakai Laminasi Bilah Bambu Berdasarkan Syarat Minimum BKI

Prakiraan masa pakai laminasi bilah bambu dihitung dengan mencari rata-rata penurunan tegangan berdasarkan lama perlakuan tiap variasi spesimen laminasi bilah bambu. Selanjutnya, dengan mengacu pada syarat minimum tegangan material dalam BKI (2013) tentang *Rules for Small Vessel up to 24 m* sebesar 40 MPa, prakiraan masa pakai dihitung dengan mengacu pada periode (dalam minggu) masa pakai selanjutnya dikonversi menjadi tahun. Masa pakai laminasi bilah bambu terhadap tiap-tiap variasi perlakuan cuaca dapat ditentukan seperti yang terlihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Prakiraan Masa Pakai Laminasi Bambu Pasca Variasi Perlakuan Cuaca

Variasi		Tegangan Rata-Rata (MPa)	Penurunan yang Terjadi			Periode Hingga 40 MPa (x = 40 / %)	
Jenis Perlakuan	Periode Perlakuan (Minggu)		Selisih Tegangan Per Periode (MPa)	Rata-Rata Selisih (MPa)	Persentase (%)	40 MPa (Periode)	40 MPa (Tahun)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-Cat</li> <li>• Non-Matahari</li> <li>• Non-Hujan</li> </ul>	Empat (4)	110,42	-1,32	0,27	0,25	16159,02	143,47
	Enam (6)	111,74					
	Delapan (8)	110,36	1,38				

Variasi		Tegangan Rata-Rata (MPa)	Penurunan yang Terjadi			Periode Hingga 40 MPa (x = 40 / %)	
Jenis Perlakuan	Periode Perlakuan (Minggu)		Selisih Tegangan Per Periode (MPa)	Rata-Rata Selisih (MPa)	Persentase (%)	40 MPa (Periode)	40 MPa (Tahun)
	Sepuluh (10)	109,60	0,76				
• Non-Cat • Matahari • Non-Hujan	Empat (4)	124,98	5,24	5,18	4,14	965,10	9,46
	Enam (6)	119,74	1,46				
	Delapan (8)	118,28	8,84				
	Sepuluh (10)	109,44					
• Non-Cat • Matahari • Hujan	Empat (4)	112,01	12,15	11,90	10,63	376,40	3,69
	Enam (6)	99,86	4,58				
	Delapan (8)	95,28	18,98				
	Sepuluh (10)	76,30					
• Cat • Non-Matahari • Non-Hujan	Empat (4)	120,74	-0,47	0,28	0,23	17248,57	169,10
	Enam (6)	121,21	2,47				
	Delapan (8)	118,74	-1,16				
	Sepuluh (10)	119,90					
• Cat • Matahari • Non-Hujan	Empat (4)	115,62	2,94	1,93	1,67	2396,27	23,49
	Enam (6)	112,68	1,67				
	Delapan (8)	111,01	1,18				
	Sepuluh (10)	109,83					
• Cat • Matahari • Hujan	Empat (4)	112,50	2,36	3,45	3,06	1305,61	12,80
	Enam (6)	110,14	4,19				
	Delapan (8)	105,95	3,79				
	Sepuluh (10)	102,16					

Variasi perlakuan tidak terekspose sinar matahari untuk spesimen laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv memiliki rata-rata selisih tegangan sebesar 0,27 MPa dengan persentase penurunan yang terjadi sebesar 0,25%. Dengan begitu, masa pakainya diperkirakan akan selama 16.159,02 periode atau sekitar 144 tahun. Pada variasi perlakuan hanya terekspose sinar matahari untuk spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv, rata-rata selisih tegangan yang terjadi adalah sebesar 5,18 MPa dengan persentase sebesar 4,14%. Dengan begitu, maka prakiraan

masa pakai laminasi bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dengan hanya terekspos sinar matahari adalah selama 965,10 periode atau sekitar 9,46 tahun. Sedangkan pada variasi perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan untuk spesimen tanpa aplikasi cat anti-uv, rata-rata selisih tegangan yang terjadi adalah sebesar 11,90 MPa atau dengan persentase sebesar 10,63% dari tegangan awal spesimen sehingga prakiraan masa pakainya diperkirakan selama 376,40 periode atau selama 3,69 tahun.

Variasi perlakuan tidak terekspos sinar matahari untuk spesimen dengan aplikasi cat anti-uv memiliki rata-rata selisih tegangan sebesar 0,28 MPa dengan persentase penurunan yang terjadi sebesar 0,23% dari tegangan awal. Oleh karena itu, masa pakai laminasi bilah bambu dengan perlindungan cat anti-uv untuk variasi perlakuan tidak terekspos sinar matahari diperkirakan akan dapat dipakai selama 17.248,57 atau sekitar 169,10 tahun. Pada variasi perlakuan hanya terekspos sinar matahari untuk spesimen dengan aplikasi cat anti-uv, rata-rata selisih tegangan yang terjadi adalah sebesar 1,93 MPa dengan persentase sebesar 1,67% sehingga prakiraan masa pakainya adalah selama 2.396,27 periode atau sekitar 23,49 tahun. Sedangkan pada variasi perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan untuk spesimen dengan aplikasi cat anti-uv, rata-rata selisih tegangan yang terjadi adalah sebesar 3,45 MPa atau dengan persentase sebesar 3,06% dari tegangan awal spesimen. Oleh karena itu, masa pakai laminasi bilah bambu dengan variasi perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan dengan aplikasi cat anti-uv diperkirakan selama 1.305,61 periode atau selama 12,80 tahun.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 6**

### **ANALISIS EKONOMIS**

#### **6.1. Pendahuluan**

Perhitungan ekonomis dihitung berdasarkan perbandingan kebutuhan material laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dan dengan aplikasi cat anti-uv. Komponen-komponen biaya produksi yang dihitung antara lain adalah biaya kebutuhan material bilah bambu, biaya kebutuhan perekat, biaya kebutuhan cat, biaya tenaga kerja, serta biaya pokok. Selanjutnya, perbandingan dilakukan sebagai analisis ekonomis penggunaan material laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv dan dengan aplikasi cat anti-uv disesuaikan dengan masa pakainya berdasarkan hasil analisis masa pakai pada kedua material. Perbandingan ekonomis pada produksi bangunan atas menggunakan desain kapal berukuran 20 GT yang ada pada daerah Paciran, Lamongan dan telah disesuaikan dengan aturan BKI.

#### **6.2. Ukuran Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT**

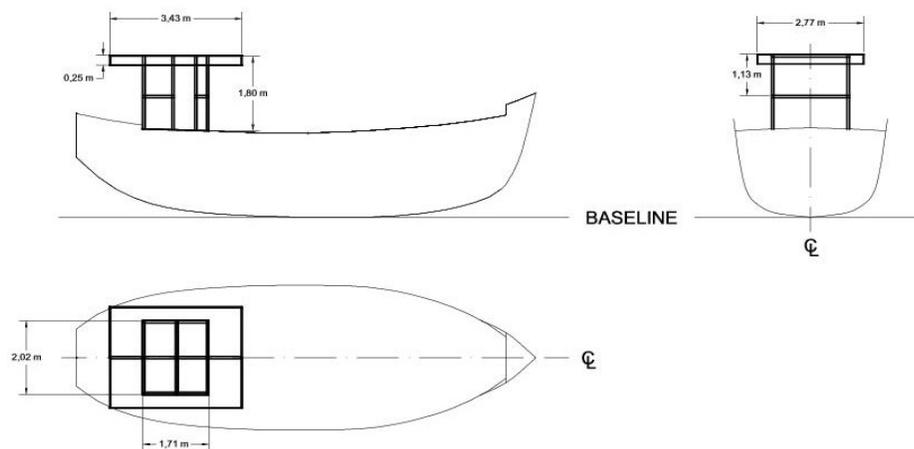
Penentuan kebutuhan material pada bangunan atas kapal ikan 20 GT berbahan material laminasi bambu dilakukan dengan mengacu pada perhitungan luas bagian-bagian bangunan atas serta ketebalan dinding yang didasarkan pada aturan BKI 2013 tentang "*Rules for Small Vessels up to 24 m*". Gambar 6.1 merupakan gambar kapal 20 GT yang ada pada daerah Paciran, Lamongan sebagai contoh untuk menentukan kebutuhan material bangunan atas kapal ikan. Ukuran utama kapal ikan 20 GT yang berada di daerah Paciran, Lamongan tersebut adalah sebagai berikut:

Panjang Kapal (Loa)	: 12 meter
Panjang Garis Air (Lwl)	: 11,4 meter
Lebar Kapal (B)	: 4 meter
Tinggi Kapal (H)	: 3,75 meter
Sarat (T)	: 1,585 meter
Kecepatan	: 7 knot.



Gambar 6.1 Kapal ikan 20 GT di daerah Paciran, Lamongan

Bagian-bagian bangunan atas yang ada pada kapal ikan tersebut terdiri dari atap, bagian depan, dinding samping dua bagian, bagian belakang, serta talang-talang sebagai penghalang yang tersambung pada atap. Untuk mempermudah proses perhitungan, bagian kaca depan, pintu masuk, serta jendela dianggap tidak ada. Karena pemasangan kaca depan, pintu masuk, serta jendela pada bangunan atas tersebut dapat dilakukan dengan memotong dinding dan material yang terbuang masih dapat dimanfaatkan pada dekorasi bangunan atas termasuk menjadi pintu masuk. Bagian-bagian tersebut dengan ukurannya dalam satuan meter dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Bagian-bagian bangunan atas beserta ukuran-ukurannya

Tebal laminasi bilah bambu yang dibutuhkan untuk bagian dinding serta atap mengacu pada BKI 2013 tentang “*Rules for Small Vessels up to 24 m*”. Dari perhitungan dengan berdasarkan fungsi  $L(B/3 + H_1)$  yang terdapat pada Lampiran D, didapatkan bahwa tebal dengan material *plywood* sebesar 18 mm. Namun, digunakan tebal dengan ukuran 20 mm untuk tebal laminasi bilah bambu pada bangunan atas tersebut. Pembulatan dilakukan agar

mempermudah dalam proses produksi laminasi bilah bambu yang digunakan sebagai bangunan atas kapal ikan.

Tabel 6.1 Ukuran Volumetrik Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT

Bagian Konstruksi	Jumlah	Ukuran Konstruksi				
		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
Papan/ Dinding	-					
Depan	1	2,03	2,02	4,09	0,02	0,082
Belakang	1	1,98	2,02	3,99	0,02	0,080
Samping	2	2,00	2,02	4,04	0,02	0,162
Atap	1	3,43	2,77	9,50	0,02	0,190
Talang Atap Samping	2	3,43	0,26	0,89	0,02	0,036
Talang Atap Depan	2	2,77	0,26	0,72	0,02	0,029
Rangka	-	Face (m)	Web (m)	CSA (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
Carlines	1	0,06	0,06	0,0036	3,43	0,012
Tiang-Tiang	8	0,06	0,06	0,0036	1,80	0,052
Balok Memanjang	2	0,06	0,06	0,0036	1,71	0,012
Balok Melintang	3	0,06	0,06	0,0036	2,02	0,022
Total						0,676

Luas permukaan bangunan atas dihitung dengan mengalikan ukuran panjang dan lebar tiap-tiap bagian yang terdiri dari papan atau dinding laminasi bilah bambu. Perhitungan luas permukaan dilakukan untuk mendapatkan ukuran pasti bagian yang harus diberi cat anti-uv. Pada Tabel 6.1, didapatkan luasan tiap-tiap bagian dinding bangunan atas seperti dinding depan sebesar 4,09 m<sup>2</sup>, dinding belakang sebesar 3,99 m<sup>2</sup>, dinding samping sebesar 4,04 m<sup>2</sup>, papan bagian atap sebesar 9,05 m<sup>2</sup>, talang atap samping sebesar 0,89 m<sup>2</sup>, dan talang atap depan serta belakang sebesar 0,72 m<sup>2</sup>. Dengan menyesuaikan desain seperti pada Gambar 6.2, total luas permukaan bangunan atas kapal ikan 20 GT didapatkan sebesar 28,885 m<sup>2</sup>.

Penguatan pada bangunan atas kapal ikan 20 GT berupa balok-balok laminasi bilah bambu sebagai penegar, tiang-tiang, serta *Carlines*. Ukuran penguatan bangunan atas kapal ikan 20 GT yang digunakan merupakan ukuran luas penampang berdasarkan aturan BKI 2015 tentang *Guidance for FRP and Wooden Fishing Vessel up to 24 m* yang terdapat pada Tabel 2.2. Ukuran luas penampang *Carlines* yang didapat adalah sebesar 34 cm<sup>2</sup> dan untuk mempermudah pembagian, maka dilakukan pembulatan sebesar 36 cm<sup>2</sup> sehingga didapatkan ukuran *face* dan *web* balok masing-masing sebesar 6 cm seperti yang terlihat pada. Sedangkan

untuk bagian konstruksi yang lain, ukuran yang digunakan mengikuti luas penampang *Carlines* yang didapat.

Volume-volume bagian konstruksi tersebut kemudian dihitung dengan mengkalikan panjang yang dibutuhkan pada setiap penempatan bagian-bagian konstruksi tersebut. Tiang-tiang sebanyak 8 buah digunakan sebagai penguatan pada tiap siku dinding bangunan atas, *Carlines* sebanyak 1 buah digunakan sebagai penumpu tengah atap bangunan atas, balok memanjang sebanyak 2 buah digunakan sebagai penumpu samping atap bangunan atas, dan balok melintang sebanyak 3 buah digunakan sebagai balok penguatan atap bangunan atas kapal. Ukuran panjang yang digunakan mengacu pada Gambar 6.2 sehingga didapatkan volume bagian konstruksi bangunan atas kapal ikan sebesar  $0,098 \text{ m}^3$  seperti yang terlihat pada Tabel 6.1.

Penentuan bagian-bagian penguatan pada bangunan atas kapal ikan 20 GT tersebut berdasarkan desain ukuran yang terdapat pada Gambar 6.2 serta bagian yang dinding yang memerlukan penguatan. Penguatan yang terdiri dari tiang diberikan pada bagian siku-siku pertemuan dinding serta bagian pintu masuk atau keluar. Bagian dinding samping diberikan balok memanjang serta balok melintang untuk dinding bagian depan serta belakang. Sedangkan pada bagian atap, *carlines* ditempatkan pada bagian tengah sebagai penumpu tengah, balok memanjang sebagai penumpu samping, serta balok-balok melintang pada bagian depan, tengah, dan belakang bangunan atas kapal ikan 20 GT.

### **6.3. Biaya Pembangunan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT Berbahan Laminasi Bilah Bambu**

#### **6.3.1. Perhitungan Biaya Kebutuhan Material Laminasi Bilah Bambu**

##### **1. Kebutuhan Bilah Bambu**

Perhitungan kebutuhan material bilah bambu dilakukan berdasarkan pada luas permukaan dan tebal dinding berdasarkan ukuran dalam desain ulang kapal ikan 20 GT. Penentuan bilah yang akan digunakan sangat penting mengingat ukurannya akan mempengaruhi proses produksi bangunan atas kapal ikan tersebut. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, bilah yang digunakan adalah yang berukuran  $4 \text{ m} \times 0,03 \text{ m} \times 0,005 \text{ m}$ . Bilah-bilah dengan ukuran tersebut banyak terdapat pada pasar di daerah Pacet, Mojokerto dan sekitarnya. Oleh karena itu, volume untuk satu bilah didapatkan sebesar  $0,0006 \text{ m}^3$  seperti yang terdapat pada Tabel 6.2.

Kebutuhan bilah bambu selanjutnya dihitung dengan mencari terlebih dahulu volume dinding bangunan atas. Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan membagi volume dinding dengan volume bilah bambu, maka bilah bambu yang dibutuhkan adalah sebanyak 1127 bilah dengan menganggap bahwa bilah bambu tersebut digunakan seluruhnya. Apabila harga bilah bambu di pasaran adalah sebesar Rp 5.000, maka dengan kebutuhan sebanyak 1127 bilah tersebut didapatkan harga total bilah adalah sebesar Rp 5.635.000.

Tabel 6.2 Kebutuhan Material Laminasi Bilah Bambu

Item	Jumlah	Satuan
Volume Bilah Bambu	0,0006	m <sup>3</sup> /Bilah
Luas Permukaan Bangunan Atas	28,8851	m <sup>2</sup>
Tebal Dinding Bangunan Atas	20	mm
Volume Papan Bangunan Atas	0,578	m <sup>3</sup>
Volume Penguatan Bangunan Atas	0,098	m <sup>3</sup>
Total Volume	0,676	m <sup>3</sup>
Kebutuhan Bilah Bambu	1126,6967	Bilah
	1127	Bilah
Harga Bilah Bambu	Rp 5.000	/Bilah
Total Biaya Bilah Bambu	Rp 5.635.000	

## 2. Kebutuhan Perekat

Material yang diperlukan selanjutnya adalah perekat dengan fungsi untuk merekatkan susunan bilah bambu. Di pasaran, terdapat sejumlah jenis perekat yang mudah didapatkan dan murah harganya. Namun, dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, perekat yang dipilih merupakan jenis *2K Epoxy Marine Bond* dengan harga sekitar Rp 90.000 per-dua kilogram-set. Kebutuhan perekat yang dibutuhkan untuk 1 m<sup>3</sup> laminasi bilah bambu adalah sebanyak 110 kg. Selanjutnya, kebutuhan perekat pada papan bangunan atas kapal ikan dihitung dengan mempertimbangan luas permukaan untuk bangunan atas serta jumlah lapisan dengan sistem laminasi tersebut. Apabila dengan ketebalan dinding yang dirancang adalah 20 mm, maka dibutuhkan sekitar 4 lapis susunan bilah bambu dengan 3 lapis perekat di antaranya.

Asumsi ketebalan perekat yang digunakan tiap lapisan adalah sebesar 0,3 mm sehingga kebutuhan perekat dinding atau papan untuk bangunan atas adalah luas permukaan 28,885 m<sup>2</sup> dikali dengan jumlah lapisan sebanyak 3 lapis perekat. Selain itu, kebutuhan perekat untuk pembuatan balok-balok penguatan pada bangunan atas dengan rancangan yaitu jumlah lapisan sebanyak 12 lapis dan 2 kali lebar bilah. Apabila dengan total volume sebanyak 0,676 m<sup>3</sup> dan

persentase perekat untuk 1 m<sup>3</sup> adalah 0,06567%, maka kebutuhan biaya untuk perekat adalah sebanyak Rp 3.420.000 seperti yang terdapat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Kebutuhan Perekat Laminasi Bilah Bambu

Item	Jumlah	Satuan
Persentase Volume Perekat 1 m <sup>3</sup> Laminasi	0,065670	%
Massa Jenis Perekat	1650	Kg/m <sup>3</sup>
Kebutuhan Perekat per 1 m <sup>3</sup> Laminasi Bilah Bambu	110	Kg
Kebutuhan Perekat Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT	76	Kg
Harga Perekat/kg	45.000	Rupiah
Harga Perekat per 1 m <sup>3</sup>	4.950.000	Rupiah
Biaya Perekat untuk Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT	3.420.000	Rupiah

### 3. Kebutuhan Cat

Cat yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah jenis cat eksterior dengan pengikat resin alkid dan memiliki kemampuan untuk menyerap ke dalam serat-serat bilah bambu sehingga perlindungan dan kemampuan cat untuk berikatan dengan substrat sangat tinggi. Harga cat tersebut berkisar Rp 84.000 per liter. Namun, penulis mendapatkan harga langsung dari distributor resmi sebesar Rp 84.500 per liter yang selanjutnya digunakan sebagai harga acuan dalam perhitungan kebutuhan cat. Selain itu, untuk perlindungan lebih kuat, ditambahkan juga lapisan *polyurethane* untuk melindungi cat dan substrat dari goresan, cuaca, maupun dari kontak dengan zat-zat kimia. Harga untuk satu liter *polyurethane* yang digunakan adalah sebesar Rp 90.000 yang selanjutnya dijadikan acuan harga perhitungan kebutuhan cat.

Tabel 6.4 Kebutuhan Biaya Cat

Item	Jumlah	Satuan
Harga Cat Lasur	Rp 84.500	/Liter
Harga PUL	Rp 90.000	/Liter
Biaya Tenaga Kerja	Rp 22.000	/m <sup>2</sup>
Luas Permukaan Perlu Dicat	32,109	m <sup>2</sup>
Kebutuhan Cat Lasur	6,422	Liter/Lapis
Jumlah Lapisan Cat yang Disarankan	2	Lapis
Kebutuhan Total Cat	12,844	Liter
	13	Liter
Kebutuhan PUL	8,450	Liter
	9	Liter
Total Biaya Cat	Rp 2.614.900	

Tabel 6.4 menampilkan daftar material dan biaya tenaga kerja pada proses pengecatan bangunan atas. Biaya tenaga kerja yang dianggarkan adalah sebesar Rp 22.000/m<sup>2</sup>. Dengan luas permukaan dari bangunan atas yang memerlukan perlindungan cat sebesar 32,109 m<sup>2</sup>, maka

untuk dua lapis cat dibutuhkan sebanyak 13 liter cat. Selanjutnya, kebutuhan *polyurethane* untuk satu kali lapis adalah sebanyak 9 liter sehingga total biaya yang dibutuhkan untuk pengecatan adalah sebesar Rp 2.614.900.

### 6.3.2. Perhitungan Biaya Produksi

Proses produksi bangunan atas kapal ikan 20 GT juga terdapat komponen biaya lainnya selain biaya yang disebutkan pada subbab 6.3.1. Biaya-biaya tersebut antara lain biaya variabel dan biaya tenaga kerja. Dalam perhitungan biaya produksi ini, peralatan produksi dianggap telah dimiliki sehingga tidak perlu dilakukan pembelian kembali.

#### 1. Biaya Pokok

Biaya pokok, atau dapat disebut juga biaya tetap, merupakan biaya yang dibutuhkan dalam produksi yang tidak mengalami perubahan volume ketika proses produksi berkurang. Biaya pokok yang dibutuhkan dalam proses produksi bangunan atas kapal ikan 20 GT menggunakan laminasi bilah bambu adalah biaya pembelian peralatan produksi seperti gergaji kayu, mesin *hand-planer*, ragam, klem, serta parang. Peralatan tersebut sangat dibutuhkan dalam produksi bangunan atas kapal ikan 20 GT sehingga apabila salah satu peralatan tersebut tidak ada, maka proses produksi akan mengalami keterhambatan.

Tabel 6.5 Total Biaya Pokok

Item	Jumlah	Harga @item	Total
Gergaji Kayu	2	Rp 35.000	Rp 70.000
Parang	2	Rp 60.000	Rp 120.000
Ragam	4	Rp 400.000	Rp1.600.000
Klem Kayu	6	Rp 75.000	Rp 450.000
Palu	2	Rp 80.000	Rp 160.000
Mesin <i>Hand Planer</i>	1	Rp 600.000	Rp 600.000
Total Biaya			Rp3.000.000

Tabel 6.5 merupakan tabel total biaya untuk pembelian peralatan pokok dalam proses produksi bangunan atas kapal ikan 20 GT. Total biaya yang diperlukan adalah sebesar Rp 3.000.000. Biaya tersebut dipecah menjadi pembelian beberapa peralatan produksi. Rincian biaya tersebut adalah pembelian Gergaji kayu sebanyak 2 buah dibutuhkan biaya sebesar Rp 70.000, Parang sebanyak 2 buah dibutuhkan biaya sebesar Rp 120.000, Ragam sebanyak 4 buah dibutuhkan biaya sebanyak Rp 1.600.000, Klem kayu sebanyak 6 buah dibutuhkan biaya sebesar Rp 450.000, Palu 2 buah dibutuhkan biaya sebanyak Rp 160.000, dan Mesin *hand-planer* sebanyak 1 buah dibutuhkan biaya sebanyak Rp 600.000.

## 2. Biaya Variabel

Biaya variabel merupakan biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan volume produksi bangunan atas kapal ikan 20 GT. Rincian dalam biaya variabel ini adalah biaya untuk pembelian barang habis pakai serta biaya sewa peralatan produksi. Barang habis pakai yang dibutuhkan dalam pengerjaan ini antara lain adalah paku dengan berbagai ukuran, baut, kuas, dan kapi yang digunakan pada proses perekatan material laminasi dan pembuatan bangunan atas kapal ikan 20 GT. Kemudian untuk biaya sewa yang dibutuhkan adalah biaya listrik, sewa mesin *planer* semiotomatis, dan sewa mesin *press*.

Tabel 6.6 Rincian Total Biaya Variabel

Item	Jumlah	Harga / Satuan	Satuan	Kebutuhan Daya	Total
Paku Kayu 2 cm	10	Rp 22.000	kg	-	Rp 220.000
Paku Kayu 2,5 cm	5	Rp 20.000	kg	-	Rp 100.000
Paku Kayu 3 cm	6	Rp 19.000	kg	-	Rp 114.000
Baut	16	Rp 7.000	buah	-	Rp 112.000
Kuas	15	Rp 10.000	buah	-	Rp 150.000
Kapi	10	Rp 5.000	buah	-	Rp 50.000
Listrik	57	Rp 1.500	kWh	2,75	Rp 235.125
Sewa Mesin <i>Planer</i> Semiotomatis	57	Rp 20.000	Jam	-	Rp 1.140.000
Sewa Mesin <i>Press</i>	60	Rp 20.000	Jam	-	Rp 1.200.000
Total Biaya					Rp 3.321.125

Tabel 6.6 menjelaskan bahwa total biaya variabel yang dibutuhkan untuk produksi bangunan atas kapal ikan 20 GT adalah sebesar Rp 3.321.125. Rincian biaya variabel tersebut adalah pembelian paku berukuran 2 cm sebanyak 10 kg, 2,5 cm sebanyak 5 kg, serta 3 cm sebanyak 6 kg berturut-turut adalah Rp 220.000, Rp 100.000, dan Rp 114.000. Selanjutnya, pembelian baut untuk pemasangan bagian-bagian bangunan atas kapal ikan 20 GT sebanyak 16 buah adalah sebesar Rp 112.000. Pembelian kuas sebanyak 15 buah dan kapi sebanyak 10 buah berturut-turut adalah sebesar Rp 150.000 dan Rp 50.000. Sedangkan untuk pembayaran listrik berdaya 2,75 kW selama 57 jam, sewa mesin *planer* semiotomatis selama 57 jam, serta sewa mesin *press* selama 60 jam, biaya yang dibutuhkan berturut-turut adalah sebesar Rp 235.125, Rp 1.140.000, dan Rp 1.200.000.

## 3. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja yang dihitung merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membayar pekerja pada proses pembangunan bangunan atas kapal ikan 20 GT. Dalam hal ini, biaya pekerja untuk proses pengecatan telah dilakukan pada subbab sebelumnya sebagai salah satu

komponen untuk biaya material pengecatan. Hal tersebut dilakukan karena perbedaan bobot kerja serta satuan produktivitas yang digunakan dalam pekerjaannya. Pembangunan bangunan atas kapal ikan 20 GT dibutuhkan perhitungan waktu dari mulai persiapan hingga pembuatan dinding laminasi bilah bambu tersebut.

Tabel 6.7 Waktu Pengerjaan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT

Pekerjaan	Volume Pengerjaan		Pengerjaan (JO/satuan)	Waktu yang Dibutuhkan (JO)	Jumlah Tukang	Jumlah Helper	Jam
	Jumlah	Satuan					
Perataan Sisi Bilah	1127	Bilah	0,017*	18,783	1	1	9,392
Planer Bilah	1127	Bilah	0,050*	56,350			28,175
Pengeleman Papan	0,578	m <sup>3</sup>	36*	36,000	1	2	36,000
Pengeleman Balok	0,098	m <sup>3</sup>	36*	36,000	1	2	
Fitting dan Pemasangan	1	-	72*	72,000	3	5	9,000
Total				219,133	3	5	82,567

<sup>a)</sup> Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan.

Tabel 6.7 menjelaskan waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaan pembangunan bangunan atas kapal ikan 20 GT. Persiapan dilakukan dengan *planer* bilah agar ketebalan bilah seragam dengan kebutuhan waktu selama 28,175 jam dengan dikerjakan oleh 1 orang tukang dan 1 orang *helper*. Persiapan selanjutnya adalah perataan sisi bilah selama 9,392 jam yang dikerjakan oleh 1 orang tukang dan 1 orang *helper*. Selanjutnya, proses pengeleman papan dinding dan balok bangunan atas membutuhkan waktu selama 36 jam dengan dikerjakan oleh 2 orang tukang dan 4 orang *helper* secara paralel. Setelah dinding laminasi telah siap digunakan, proses fitting serta pemasangan dilakukan selama 72 jam yang dikerjakan oleh 3 orang tukang dan 5 orang *helper*. Waktu total untuk membangun bangunan atas adalah selama 82,567 jam kemudian dibulatkan menjadi 83 jam.

Tabel 6.8 Rincian Biaya Tenaga Kerja

Item	Nilai	Satuan
Biaya Tukang	175.000	Rp/Hari
Biaya <i>Helper</i>	100.000	Rp/Hari
Jam Kerja Efektif	6	Jam
Pengerjaan	83	Jam
Jumlah Tukang	3	Orang
Jumlah <i>Helper</i>	5	Orang
Waktu Penyelesaian	14	Hari
Biaya Tukang	7.350.000	Rupiah
Biaya <i>Helper</i>	7.000.000	Rupiah
Total Biaya Tenaga Kerja	14.350.000	Rupiah

Perhitungan selanjutnya yang dilakukan adalah dengan melakukan konversi dari waktu pembangunan bangunan atas kapal ikan 20 GT menjadi biaya pekerja seperti yang tampak pada

Tabel 6.8. Rincian biaya tersebut adalah pembayaran tukang per hari sebesar Rp 175.000 dan *helper* sebesar Rp 100.000 dengan jam kerja efektif per hari adalah selama 6 jam. Jumlah pekerja yang dibutuhkan dalam proses pembangunan bangunan atas kapal ikan 20 GT adalah sebanyak 3 orang tukang dan 5 orang *helper*. Dengan demikian, biaya tenaga kerja langsung yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 14.350.000 dengan lama pengerjaan adalah 14 hari..

### 6.3.3. Biaya Total

Perhitungan biaya pembuatan bangunan atas kapal ikan 20 GT dilakukan dengan menjumlahkan total komponen biaya yang dijelaskan pada subbab-subbab sebelumnya. Komponen biaya yang dibutuhkan untuk pembelian material antara lain adalah total kebutuhan bilah bambu, total kebutuhan perekat, serta total kebutuhan cat. Sedangkan biaya produksinya, komponennya terdiri dari total biaya pokok, total biaya variabel, dan total biaya tenaga kerja. Berdasarkan Tabel 6.9, jumlah total komponen-komponen biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan bangunan atas kapal ikan 20 GT berbahan material laminasi bilah bambu adalah sebesar Rp 32.327.314.

Tabel 6.9 Biaya Total Pembangunan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT

Item Biaya	Harga
Total Kebutuhan Bilah Bambu	Rp 5.635.000
Total Kebutuhan Perekat	Rp 3.346.289
Total Kebutuhan Cat	Rp 2.614.900
Total Biaya Pokok	Rp 3.000.000
Total Biaya Variabel	Rp 3.381.125
Total Biaya Tenaga Kerja	Rp 14.350.000
Jumlah	Rp 32.327.314

### 6.4. Perbandingan Ekonomis Pembangunan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT Berbahan Laminasi Bilah Bambu Dengan dan Tanpa Aplikasi Cat Anti-UV

Perbandingan ekonomis dilakukan untuk menentukan nilai keuntungan ekonomis dari penggunaan material laminasi bilah bambu baik itu tanpa aplikasi cat anti-uv maupun laminasi bilah bambu yang diberi aplikasi cat anti-uv. Berdasarkan Tabel 6.10, didapatkan bahwa penggunaan material laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv pada bangunan atas kapal ikan membutuhkan biaya pembangunan sebesar Rp 29.712.414. Berlainan dengan hal tersebut, untuk material laminasi bambu dengan diberi perlindungan cat membutuhkan biaya sebesar Rp 32.327.314. Namun, dengan perkiraan yang berdasarkan pada Tabel 5.9, laminasi bilah bambu

tanpa diberi cat akan bertahan hanya sekitar 4 tahun sehingga harus dilakukan perbaikan dan pembangunan ulang. Penarikan kesimpulan laminasi bambu akan bertahan selama 4 tahun dikarenakan bangunan atas kapal ikan 20 GT pasti akan terekspos sinar matahari dan secara langsung akan terkena perlakuan cuaca secara terus-menerus. Oleh karena itu, bila umur kapal berlayar yang direncanakan adalah selama 25 tahun, maka laminasi bambu yang tidak diberi perlindungan cat harus dilakukan perbaikan sebanyak 7 kali dan total biaya yang diperlukan adalah sebesar Rp 207.986.899.

Tabel 6.10 Perbandingan Ekonomis Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT Berbahan Laminasi Bilah Bambu Tanpa dan Dengan Aplikasi Cat Anti-UV

Material	Biaya	Masa Pakai (Tahun)	Koefisien Masa Pakai untuk 25 tahun	Biaya Pengecatan Kembali tiap 5 tahun	Total Biaya	Selisih Biaya	Persentase (%)
Laminasi Bambu Tanpa Cat	Rp 29.712.414	4	7	-	Rp 207.986.899	Rp 135.487.570	65,14
Laminasi Bambu Dengan Cat	Rp 32.327.314	13	2	Rp 7.844.701	Rp 72.499.329		

Laminasi bilah bambu dengan perlindungan cat anti-uv akan mampu bertahan selama 13 tahun sehingga diperlukan biaya untuk perbaikan dan pembangunan ulang dinding serta atap bangunan atas kapal ikan 20 GT sekali lagi. Namun, daya tahan perlindungan cat anti-uv hanyalah sekitar 5 tahun. Dengan begitu, dibutuhkan biaya perawatan dengan cara pengecatan ulang dalam selang waktu 5 tahun. Bila diasumsikan harga material tidak mengalami kenaikan, maka kebutuhan pengecatan dari mulai 5 tahun kedua dan 5 tahun kedua setelah perbaikan ulang adalah sebanyak 2 kali pengecatan ulang dengan biaya sebesar Rp 7.844.701.

Total biaya laminasi bambu dengan cat, total biaya pembangunan ditambah dengan perbaikan serta pengecatan ulang adalah sebesar Rp 72.499.329. Dari uraian yang telah disebutkan sebelumnya, maka dapat diketahui bahwa selisih biaya adalah sebesar Rp 135.487.570. Hal tersebut membuat biaya penggunaan laminasi bilah bambu sebagai material bangunan atas kapal ikan 20 GT yang diberi perlindungan cat anti-uv lebih murah sekitar 65,14% bila dibandingkan dengan yang tidak diberikan cat anti-uv.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kuat tarik laminasi bambu tanpa aplikasi cat anti uv pada perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan mengalami tren penurunan rata-rata sebesar 0,25% tiap variasi waktu perlakuan. Sedangkan kuat tarik laminasi bambu dengan aplikasi cat anti-uv, tren penurunan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 0,23% tiap periode 2 minggu.
2. Kuat tarik laminasi bambu tanpa aplikasi cat anti uv pada perlakuan hanya terekspos sinar matahari mengalami tren penurunan rata-rata sebesar 4,14% tiap variasi waktu perlakuan. Sedangkan kuat tarik laminasi bambu dengan aplikasi cat anti-uv, tren penurunan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 1,67% tiap periode 2 minggu.
3. Kuat tarik laminasi bambu tanpa aplikasi cat anti uv pada perlakuan terekspos sinar matahari dan hujan mengalami tren penurunan rata-rata sebesar 10,63% tiap variasi waktu perlakuan. Sedangkan kuat tarik laminasi bambu dengan aplikasi cat anti-uv, tren penurunan rata-rata yang terjadi adalah sebesar 3,06% tiap periode 2 minggu.
4. Berdasarkan perhitungan *mean forecasting*, masa pakai laminasi bilah bambu tanpa aplikasi cat anti-uv pasca perlakuan tidak terekspos sinar matahari dan hujan, hanya terekspos sinar matahari, serta terekspos sinar matahari dan hujan berturut-turut adalah 143,47 tahun, 9,46 tahun, dan 3,69 tahun. Sedangkan untuk masa pakai laminasi bilah bambu dengan aplikasi cat anti-uv, masa pakainya berturut-turut adalah 169,10 tahun, 23,49 tahun, dan 12,80 tahun.
5. Berdasarkan hasil perhitungan ekonomis, biaya pembangunan bangunan atas kapal ikan 20 GT dengan usia 25 tahun berbahan laminasi bilah bambu tanpa perlindungan cat adalah sebesar Rp 207.986.899. Sedangkan biaya pembangunan bangunan atas laminasi bilah bambu dengan perlindungan cat, biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 72.499.329. Oleh karena itu, penggunaan cat anti-uv dapat menghemat biaya sebesar Rp 135.487.570 atau 65,14%.

## 7.2. Saran

1. Sehubungan dengan hanya digunakan variasi jenis uji sifat mekanis yang dilakukan dalam penulisan Tugas Akhir ini, maka penulis menyarankan untuk dilakukan uji tekuk dengan variasi aplikasi cat anti-uv pada spesimen, variasi perlakuan cuaca, serta variasi waktu perlakuan yang sama sebagai upaya penelitian lebih lanjut.
2. Dengan hanya digunakannya metode perhitungan *mean forecasting* pada penentuan umur pakai laminasi bilah bambu, penulis menyarankan untuk digunakan metode perhitungan *forecasting* yang lain sebagai perbandingan umur pakai laminasi bilah bambu pada penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D3500. (2003). Standard Test Methods for Structural Panels in Tension. New York: American Society for Testing and Materials (ASTM).
- Astuti, P., & Nawawi, D. S. (2012). *Keragaman Kadar Lignin Pada Empat Jenis Bambu*. Bogor: Skripsi Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2003). *Atmosphere, Weather, and Climate: Eighth Edition*. London: Routledge, Taylor & Francis Group.
- BKI. (1996). Peraturan Kapal Kayu. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- BKI. (2015). Rules for Small Vessels up to 24 m. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Cyfer. (2018). *Polyurethane [Photograph]*. Retrieved from Wikipedia.org: <https://en.wikipedia.org/wiki/Polyurethane#/media/File:Polyurethane.png>
- Das Formbureau. (2010). Plyboo - Case Study. San Fransisco.
- Dransfield, S., & Widjaja, E. A. (1995). *Plant Resources of South-East Asia No. 7: Bambus*. Leiden: Backhuys Publisher.
- Hasluck, P. N. (1897). *Wood Finishing Comprising Staining, Varnishing, And, Polishing - With Evgravings And Diagrams*. London: Cassell and Company, Ltd.
- Hidayati, D. Y. (2008). *Pengaruh Pengawetan dengan CCB4 Konsentrasi 5%, 10%,15% terhadap Kekuatan Tarik, Lentur Geser, dan Kadar Air Bambu Legi*. Yogyakarta: Tugas Akhir Universitas Gadjah Mada (UGM).
- Industry of Tikkurila Oy. (2010). *Industrial Wood Finishing*. Tikkurila Oy.
- Kataoka, Y., Kiguchi, M., Williams, R. S., & Evans, P. D. (2007). Violet Light Causes Photodegradation of Wood Beyond the Zone Affected by Ultraviolet Radiation. *Holzforschung*, 61, 23-27. doi:10.1515/HF.2007.005
- Lambourne, R., & Strivens , T. A. (Eds.). (1999). *Paint and Surface Coatings, Theory and Practice* (2nd ed.). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Liese, W. (1980). Anatomy of Bamboo. In A. Pambudi, *Pengaruh Pengawetan Bambu dengan Minyak Solar terhadap Karakteristik Bambu (Studi Kasus Perendaman Dingin dengan Minyak Solar pada Jenis Bambu Petung)*. Yogyakarta: Tugas Akhir Universitas Gadjah Mada (UGM).

- Liese, W. (1985). Bamboos-Biology, Silvics, Properties, Utilization. *Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn*, 1-132.
- Liese, W. (1992). The Structure of Bamboo in Relation to Its Properties and Utilization. Beijing: International Symposium on Industrial Use of Bamboo.
- Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Morisco. (2006). *Teknologi Bambu*. Yogyakarta: UGM Press.
- Muslich, M., & Rulliaty, S. (2009). Ketahanan Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) Terhadap Penggerek Kayu Di Laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27.1, 88-95.
- Narayasa, D. W., & Supomo, H. (2015). *Analisis Teknis Kekuatan Bambu Laminasi Pada Tumpahan Bahan Bakar Dan Minyak Pelumas Kapal Ikan Dengan Variasi Suhu Dan Waktu*. Surabaya: Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Pambudi, A. (2003). *Pengaruh Pengawetan Bambu dengan Minyak Solar terhadap Karakteristik Bambu (Studi Kasus Perendaman Dingin dengan Minyak Solar pada Jenis Bambu Petung)*. Yogyakarta: Tugas Akhir Universitas Gadjah Mada (UGM).
- Patria, A. A., & Pribadi, T. W. (2017). *Analisis Teknis Dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan Tradisional Ukuran < 10 GT Berbahan Kayu Utuh Dengan Teknologi Laminasi Kayu Mahoni*. Surabaya: Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Permana, R. D., & Supomo, H. (2018). *Analisis Teknis Dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan Menggunakan Laminasi Hybrid Antara Bambu Ori Dengan Kayu Sonokembang dengan Variasi Arah Serat*. Surabaya: Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Phong, N. T., Fujii, T., Chuong, B., & Okubo, K. (2012). Study On How To Effectively Extract Bamboo Fibers From Raw Bamboo And Wastewater Treatment. *Journal of Materials Science Research*, 1(1), 144-155. Retrieved from [www.ccsenet.org/jmsr](http://www.ccsenet.org/jmsr)
- Ramadhana, K. R., & Supomo, H. (2013). Study Penggunaan Bambu Sebagai Material Alternative Pembuatan Kapal Kayu dengan Metode Wooden Ship Planking System. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1).
- Riesterer, W. (n.d.). *MMA Resin Applications [Figure]*. Retrieved from PBP Flooring Solutions: <http://www.pbpflooringsolutions.com/k2-tags/flooring-range-main/mma-product/36-home/198-mma-article>
- Sastrapradja, S., Widjaja, E. A., Prawiroatmodjo, S., & Soenarko, S. (1997). *Beberapa Jenis Bambu*. Bogor: LBN-LIPI.

- Supomo, H. (2003). Diktat Ajar . *Korosi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Supomo, H. (2016). *Studi Penggunaan Bambu Sebagai Material Alternatif Untuk Bahan Pembuatan Kapal Ikan Dengan Metode Cold Press Planking System*. Surabaya: Disertasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Supomo, H., Manfaat, D., & Zubaydi, A. (2015). Flexural Strength Analysis of Laminated Bamboo Slats (*Bambusa Arundinacea*) for Constructing a Small Fishing Boat Shells. *International Journal of Small Craft Technology*. doi:10.3940/rina.ijst.2015.b1.167
- Suprijanto, I., & Kusmawan , D. (2009). Standardisasi Bambu Laminasi Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Konstruksi. *Prosiding PPI Standardisasi 2009*, (pp. 1-17).
- Sutiyono. (1987). *Aspek Silvikultur Tanaman Bambu Rakyat Di Daerah Kaliurang, DI Yogyakarta*. Bogor: Pusat Litbang Hutan Bogor.
- Sutiyono. (1987). *Silvikultur Hutan Bambu Di Hutan Soko, Banyuwangi*. Bogor: Pusat Litbang Hutan Bogor.
- Talbert, R. (2008). *Paint Technology Handbook*. New York: CRC Press.
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (n.d.). *Alkyd resin [Photograph]*. Retrieved from Britannica.com: <https://www.britannica.com/science/alkyd-resin>
- USDA. (2010). *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material* (Centennial ed.). Washington D.C.: United States Department of Agriculture Forest Service (USDA).
- Verhoef, R. (1957). Tanaman Bambu. *Pengumuman Pendek Lembaga-Lembaga Penyelidikan Kehutanan Bogor*(15), pp. 1-25.
- Zanki, A. M., & Pribadi, S. R. (2016). *Analisis Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Bambu Laminasi Untuk Deck Covering, Ceiling, Dan Lining Kapal Sebagai Alternatif Pengganti Kayu*. Surabaya: Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).







## **LAMPIRAN**

Lampiran A Proses Pembuatan Spesimen Laminasi Bilah Bambu

Lampiran B Data Hasil Uji Tarik

Lampiran C Analisis Hasil Uji Tarik Spesimen

Lampiran D Perhitungan Ukuran L Konstruksi Kapal Ikan 20 GT

Lampiran E Perhitungan Ukuran Dan Volume Penguatan Bangunan Atas Kapal Ikan 20 GT

Lampiran F Tabel Ukuran Tebal Dinding Ukuran Atas Berdasarkan *Rules* Biro Klasifikasi  
Indonesia

Lampiran G Data Spesifikasi Teknis Cat

Lampiran H Standar ASTM D3500

Lampiran I Tabel Kondisi Cuaca Saat Perlakuan Pada Spesimen



**LAMPIRAN A**  
**PROSES PEMBUATAN SPESIMEN LAMINASI BILAH**  
**BAMBU**





Proses *Planer* Bilah Bambu



Proses Perataan Sisi Bilah Bambu



Proses Penyusunan Bilah Bambu



Proses Pencampuran Perekat



Proses Pengaplikasian Perekat Pada Bilah  
Bambu



Proses Pengepresan Bilah Bambu Menjadi  
Papan Laminasi



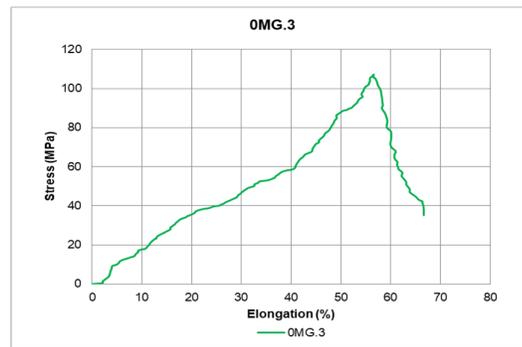
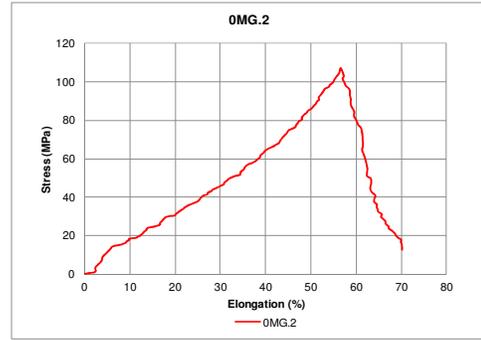
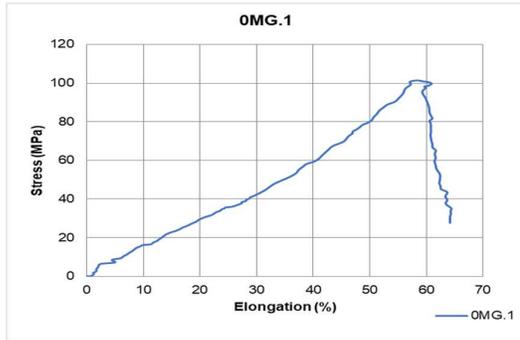
**LAMPIRAN B**  
**DATA HASIL UJI TARIK**



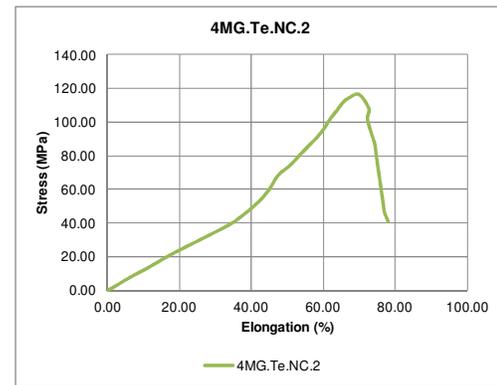
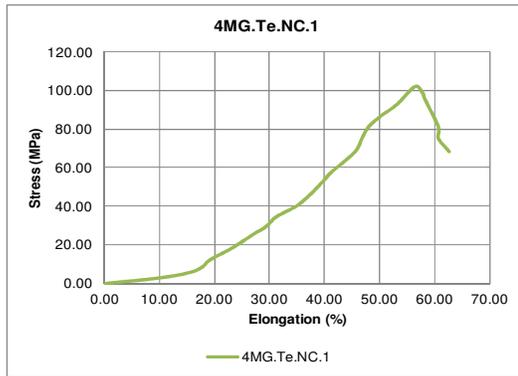
**LAMPIRAN C**  
**ANALISIS HASIL UJI TARIK SPESIMEN**



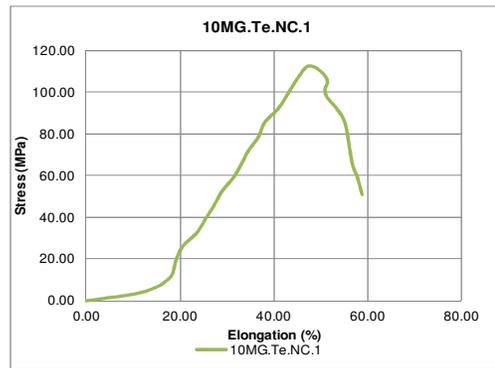
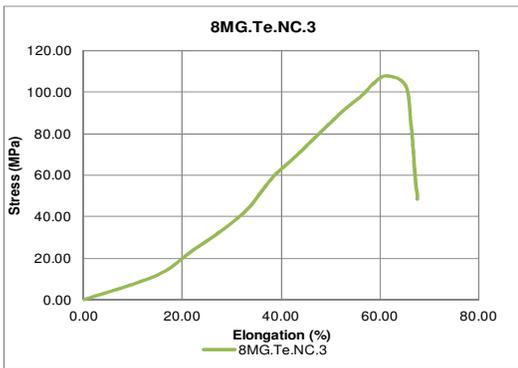
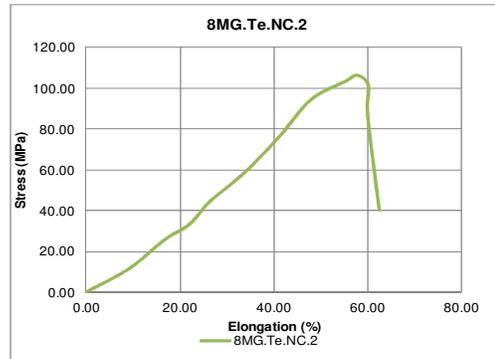
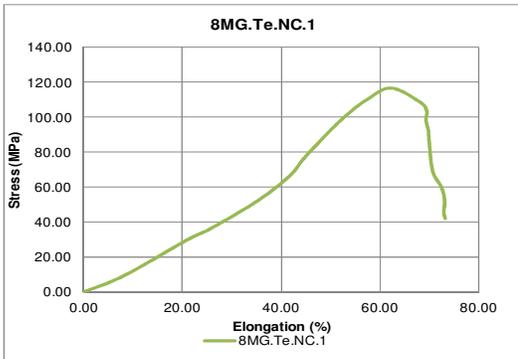
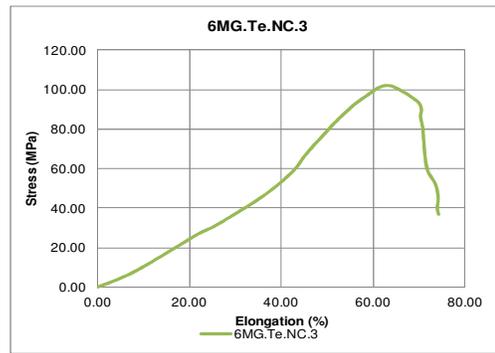
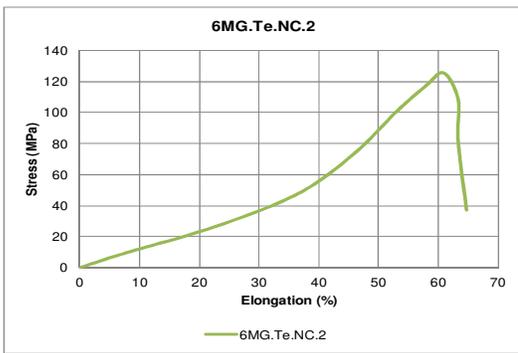
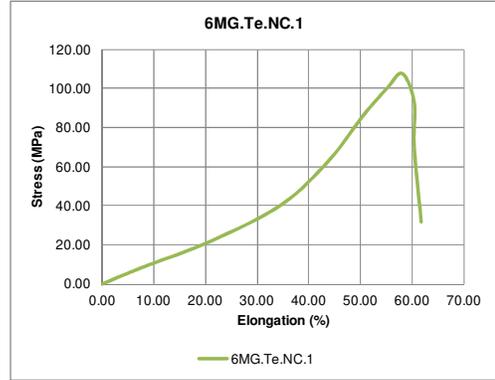
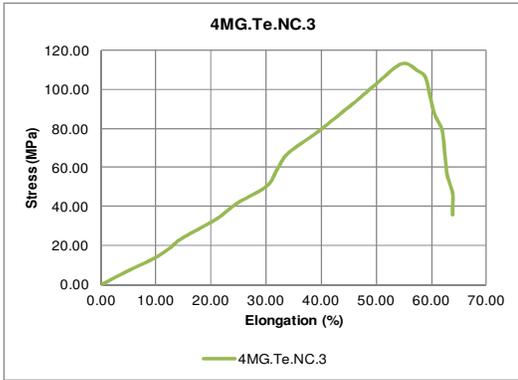
## Benchmark



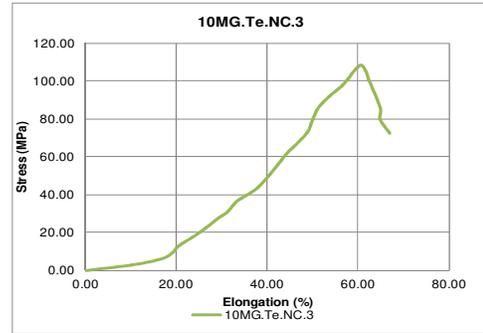
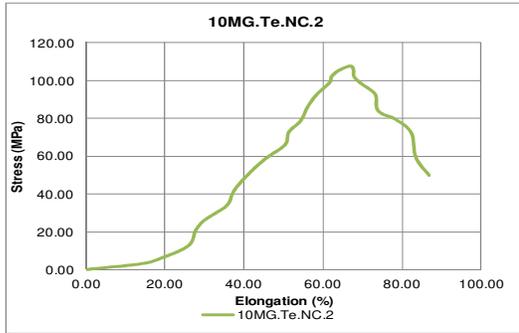
## Te.NC



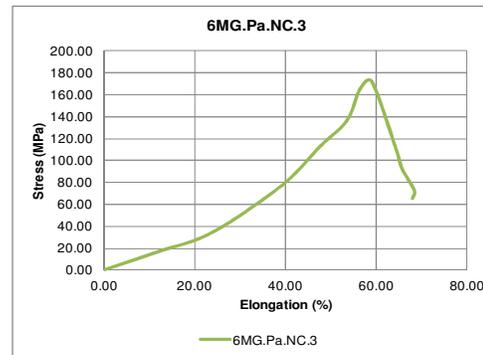
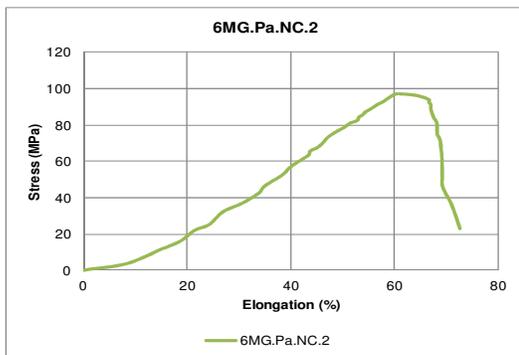
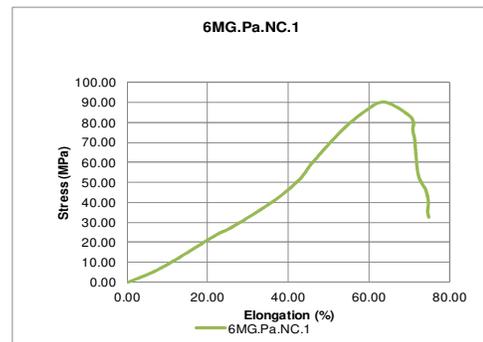
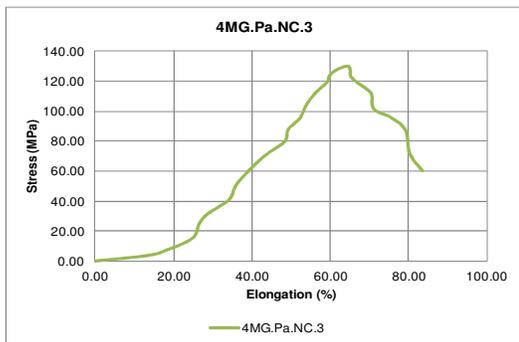
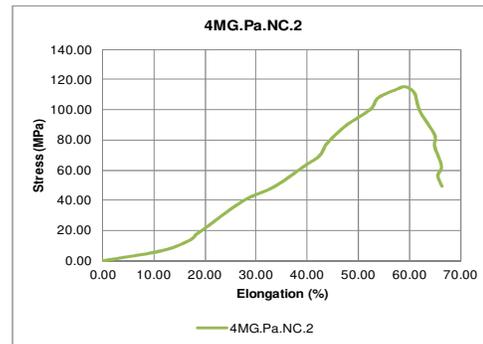
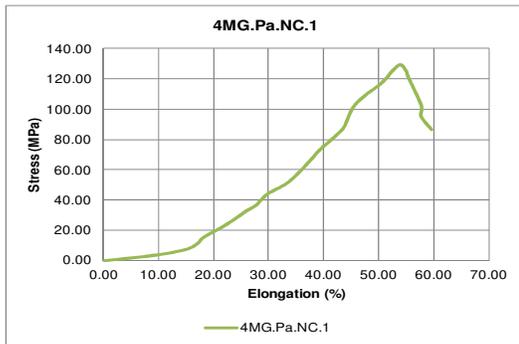




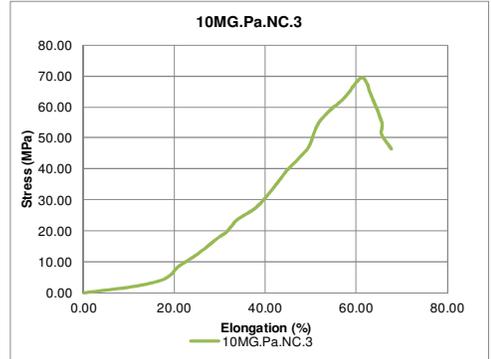
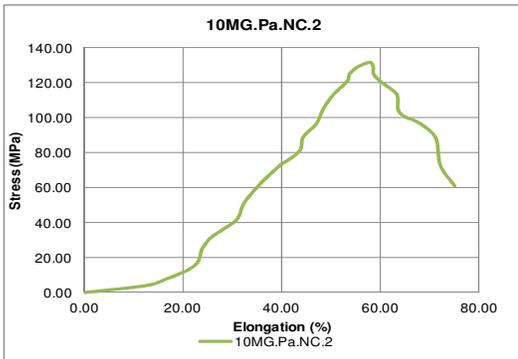
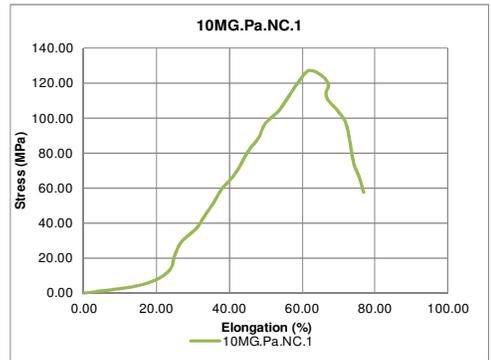
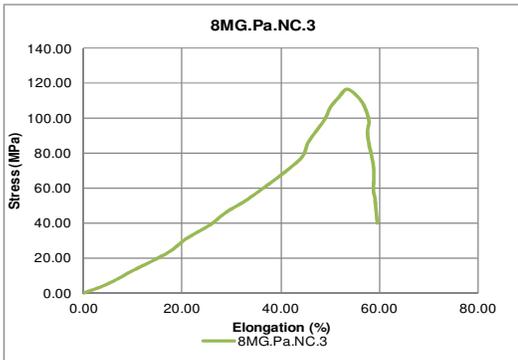
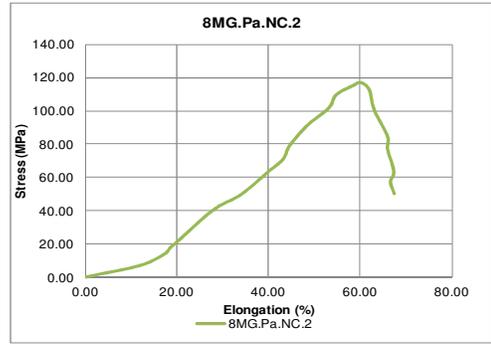
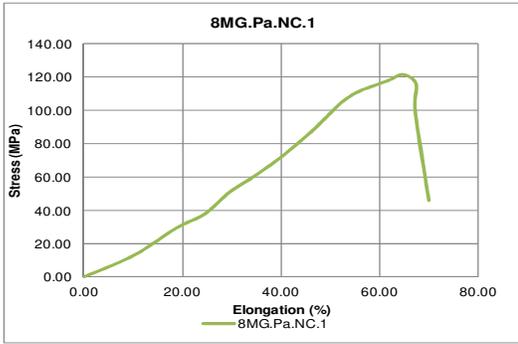




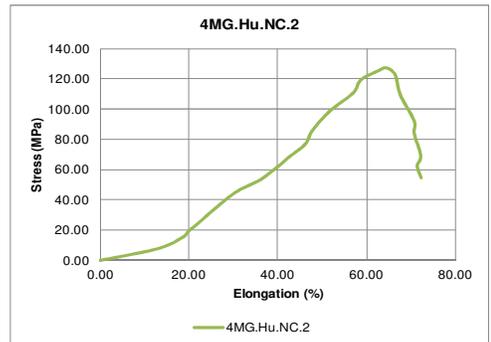
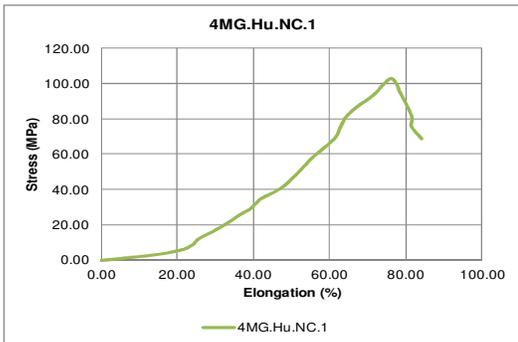
Pa. Nc



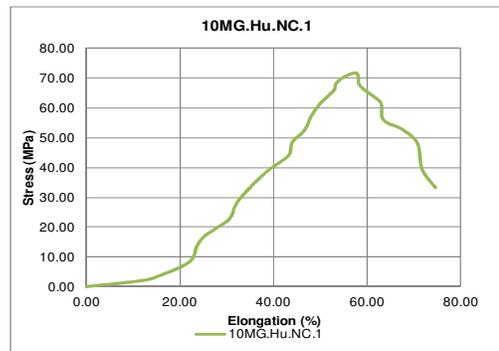
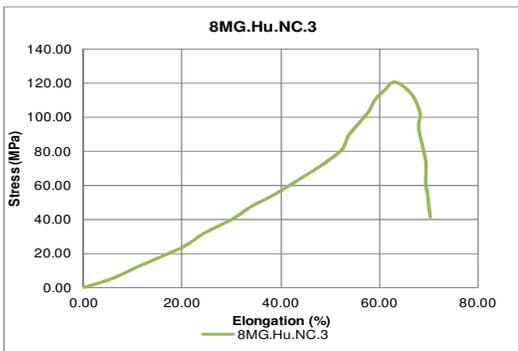
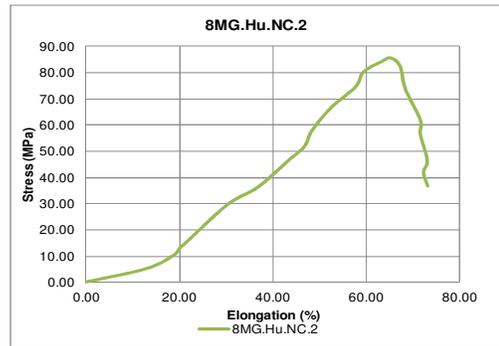
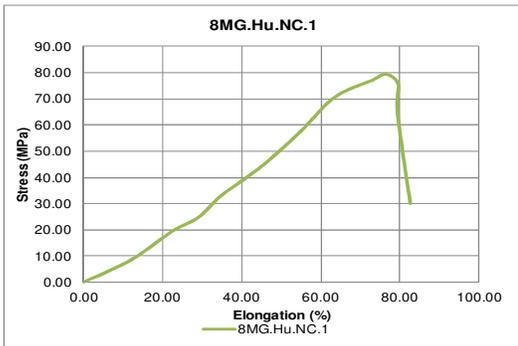
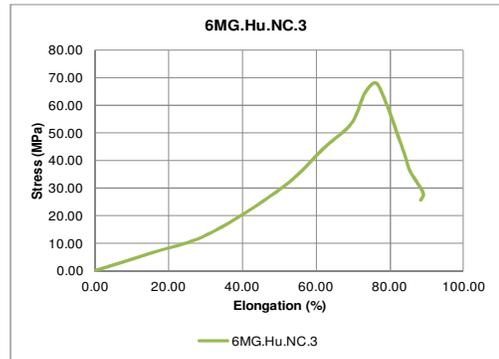
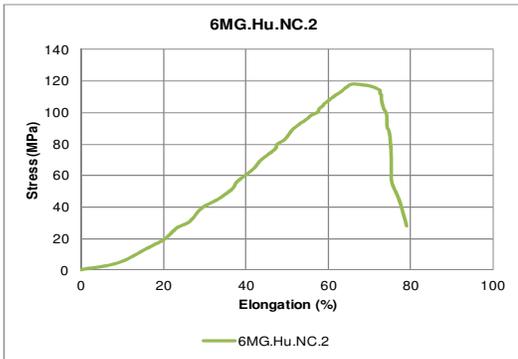
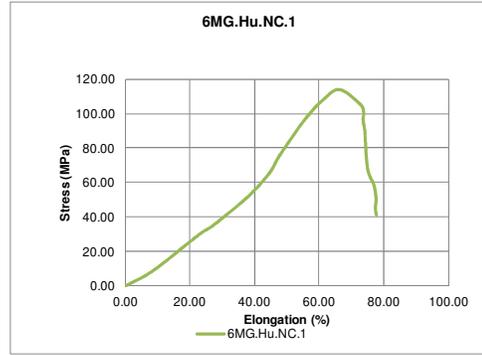
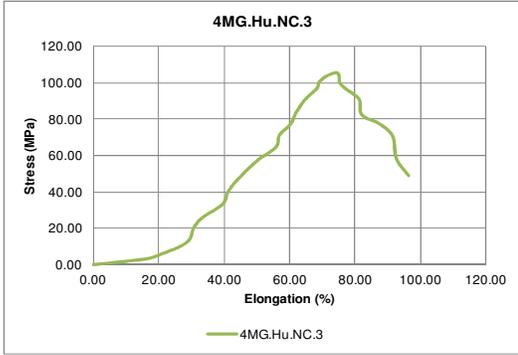




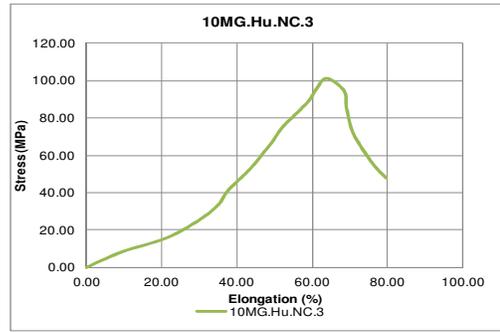
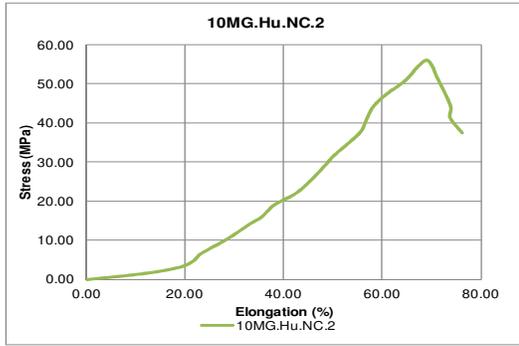
## Hu. Nc



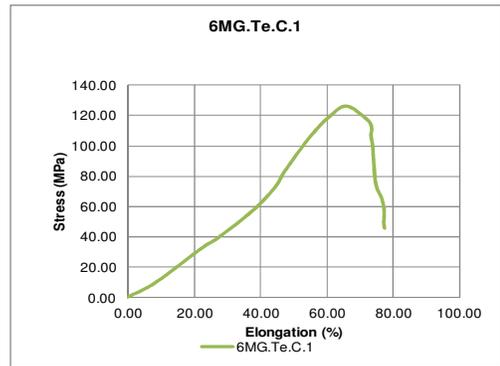
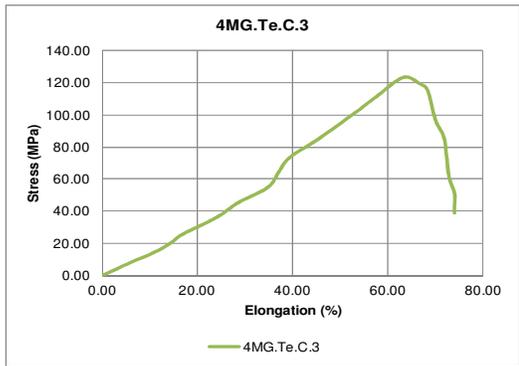
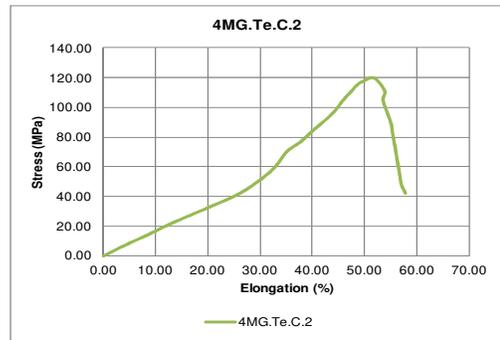
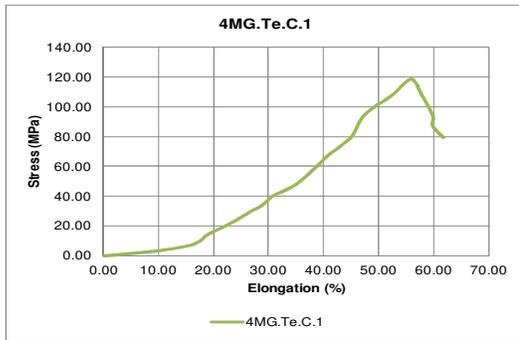




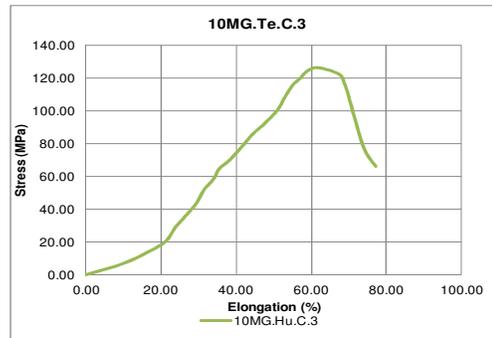
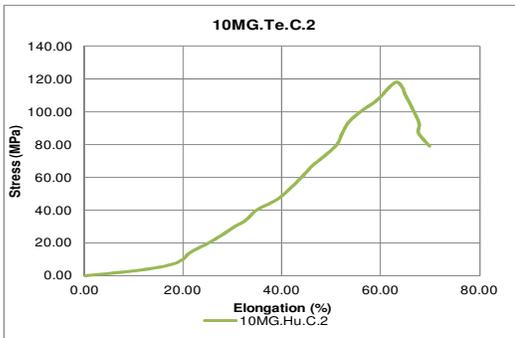
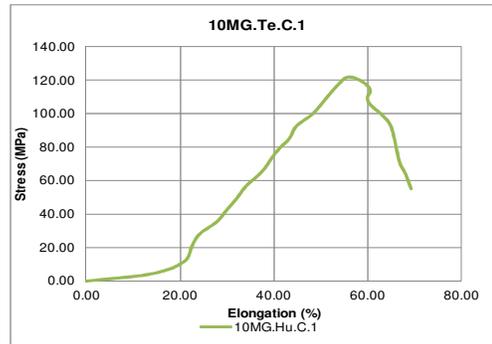
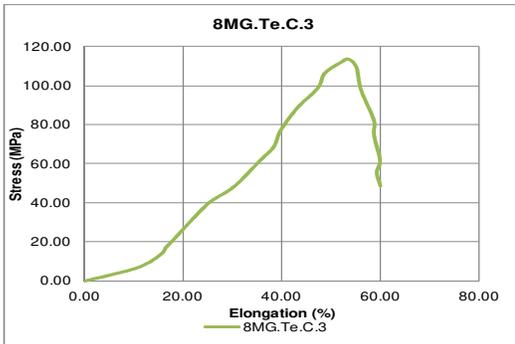
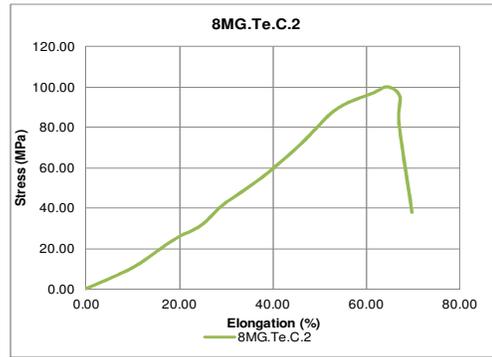
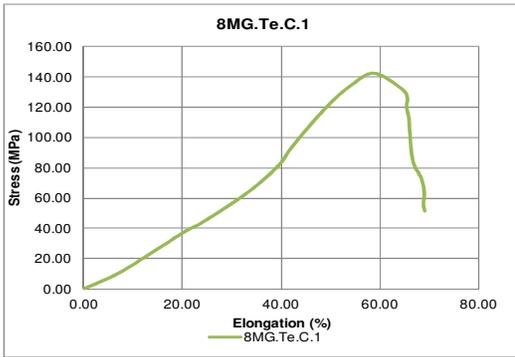
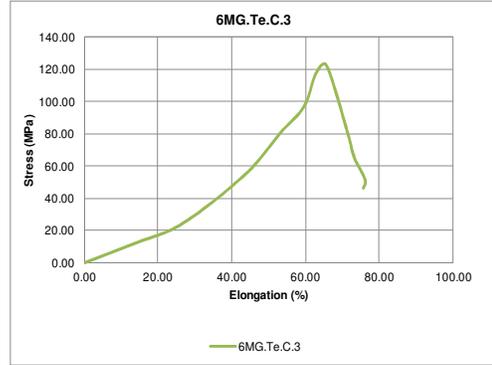
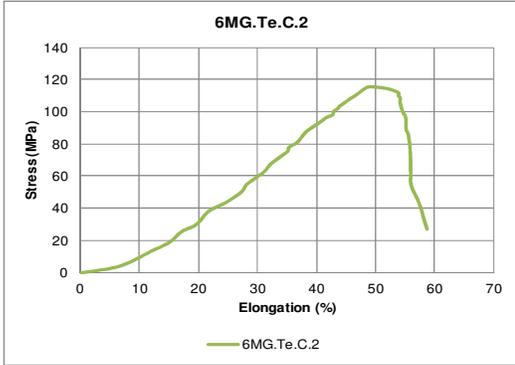




Te.C

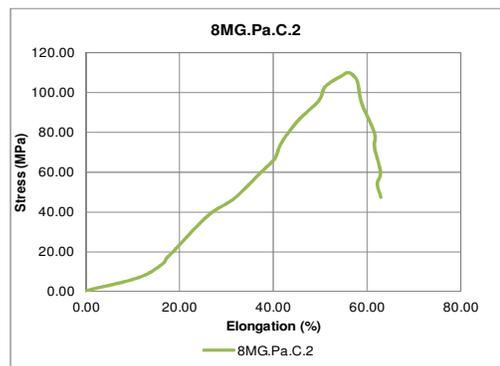
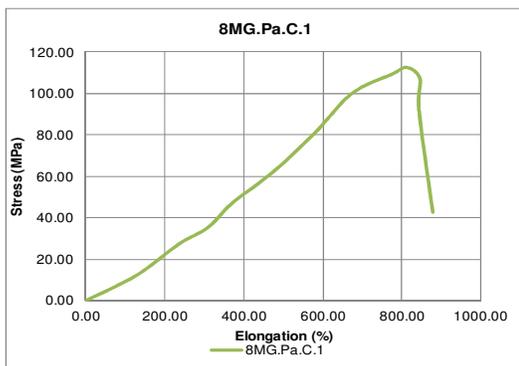
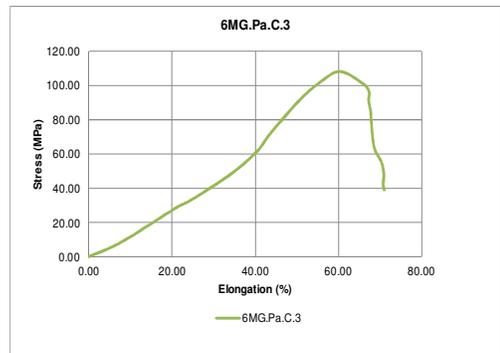
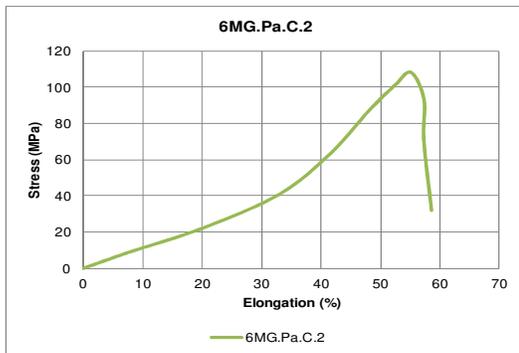
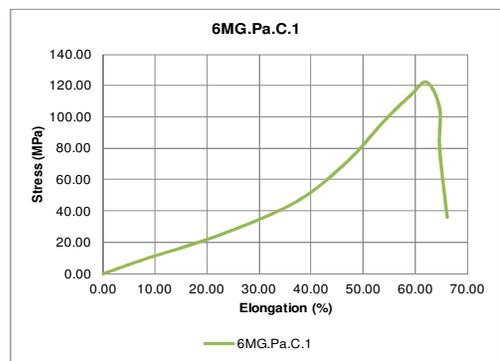
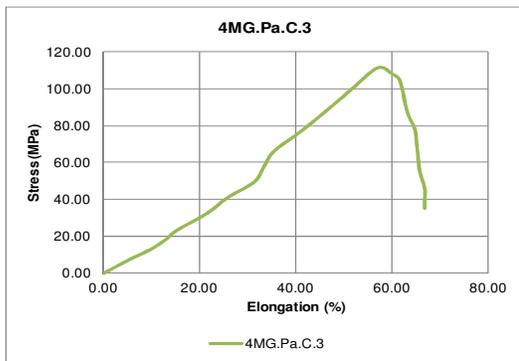
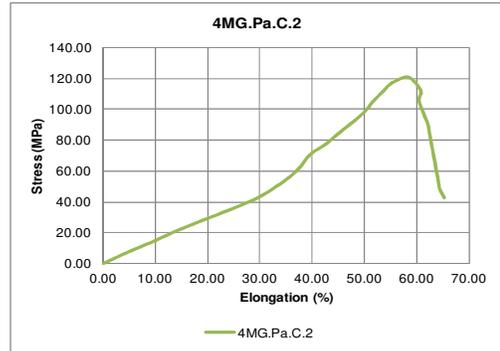
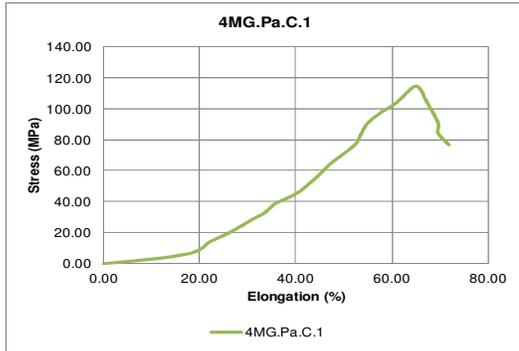




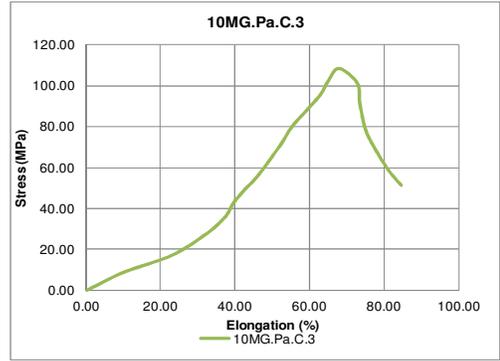
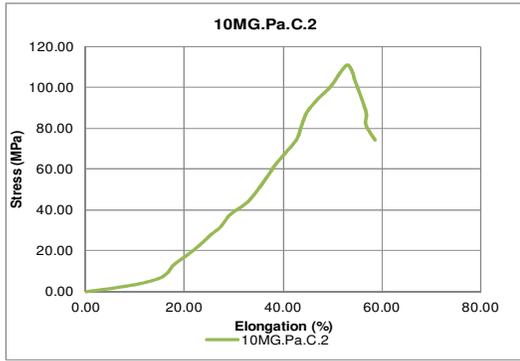
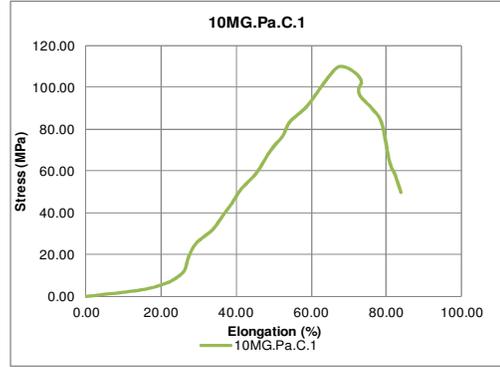
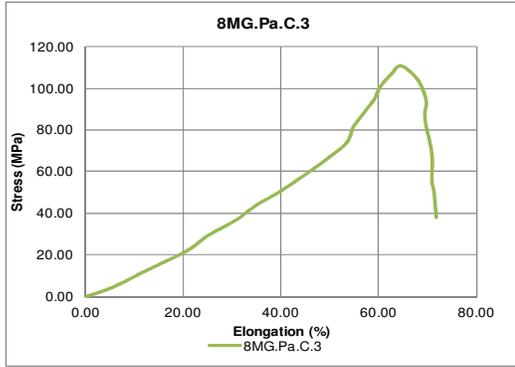




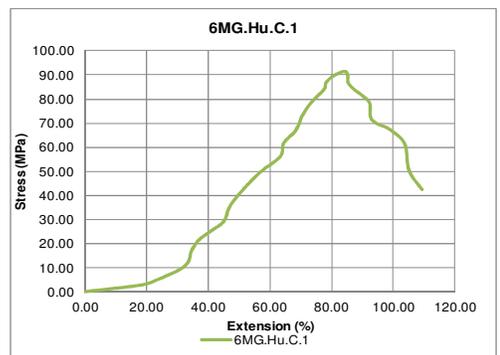
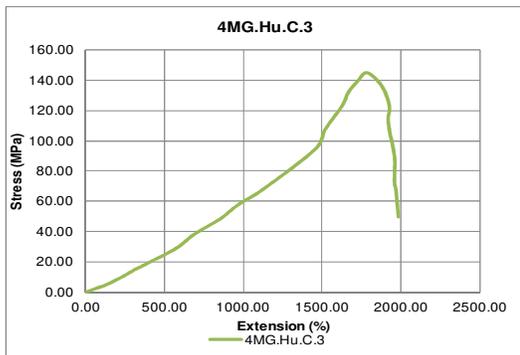
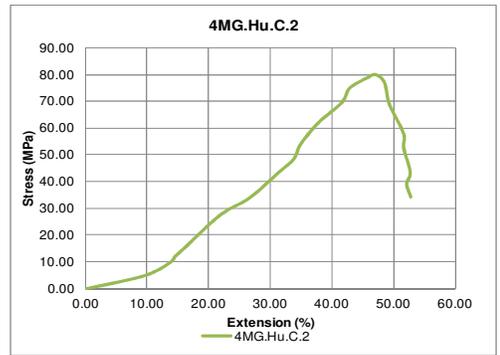
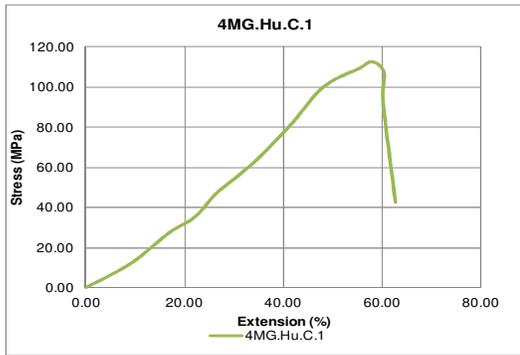
Pa. C



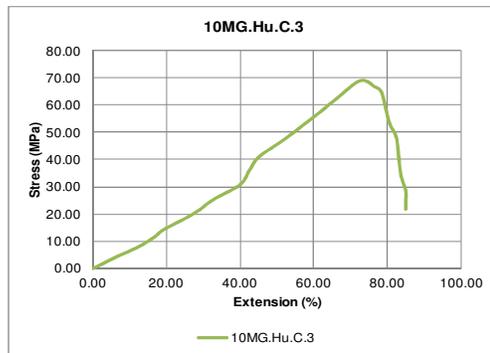
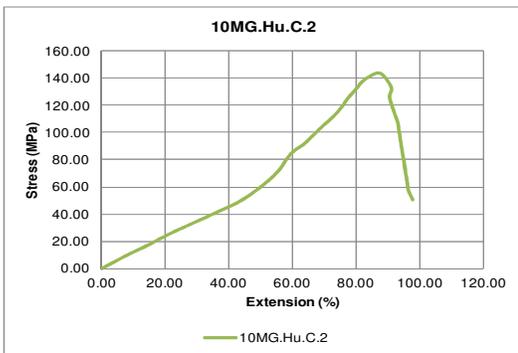
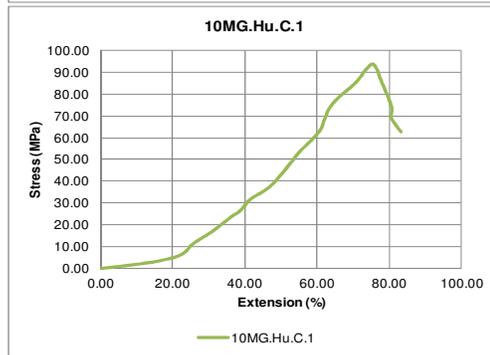
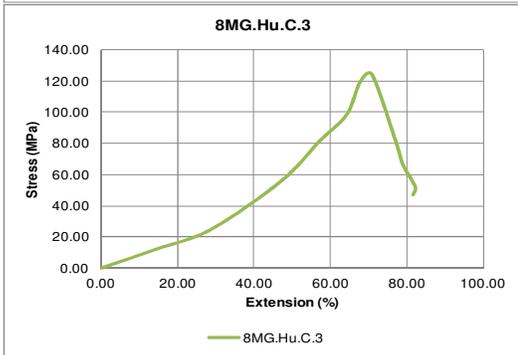
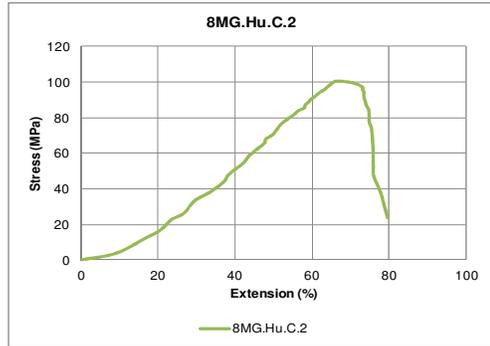
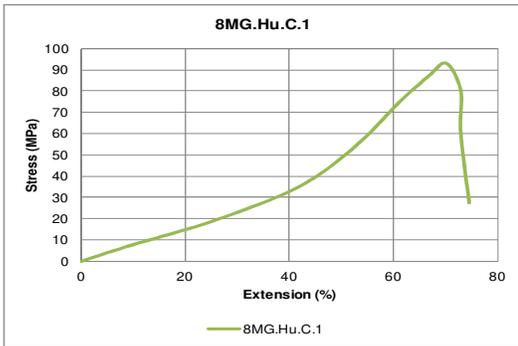
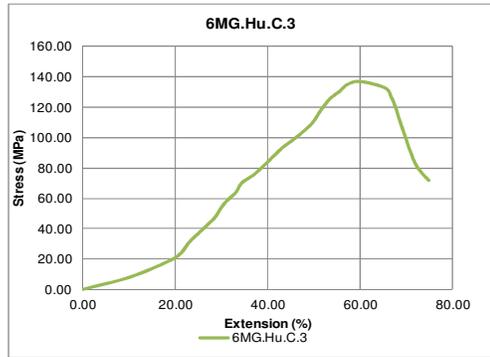
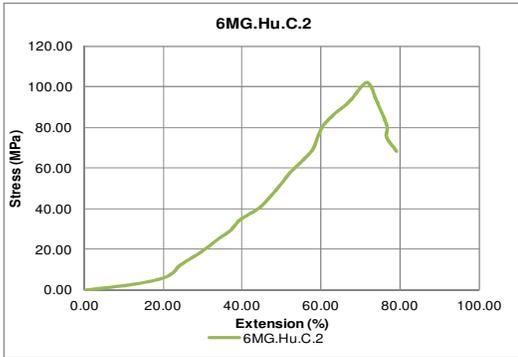




Hu. C









**LAMPIRAN D**  
**PERHITUNGAN UKURAN L KONSTRUKSI KAPAL IKAN 20**  
**GT**



## DATA KAPAL

Panjang kapal (Loa)	=	12	meter
Panjang garis air (Lwl)	=	11,4	meter
Panjang geladak	=	11,9	meter
Lebar kapal ( B )	=	4	meter
Tinggi kapal ( H )	=	3,75	meter
Syarat ( T )	=	1,585	meter
Kecepatan (v)	=	7	knot
L/H	=	3,04	
$L = (Loa+Lwl)/2$	=	11,7	meter

## UKURAN LUNAS DAN LINGGI DEPAN

Nilai  $P = L \times ( B/3 + H)$

$$L = ( L1 + L2 )/2 = 11,65 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang Garis Air (L1)} = 11,4 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang Geladak (L2)} = 11,9 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar Kapal (B)} = 4 \text{ meter}$$

H = tinggi vertikal pada kapal kayu di ukur dari sisi bawah sponeng ke sisi atas papan atas papan geladak pada sisi kapal

$$H = 3,75 \text{ meter}$$

$$P = 59,22083333 \text{ dalam tabel masuk dalam range} = 60$$

$$\text{Penambahan Luas Penampang} = 0,02$$

## UNTUK PELAYARAN PANTAI

$$\text{Penampang Menurut Tabel} = 750 \text{ cm}^2$$

$$\text{Penambahan Karena L/H} = 0,02$$

$$\text{Luas Penampang} = 750 \text{ cm}^2$$

Ukuran Luas

$$\text{Lunas Luar} = \text{lebar} \times \text{tinggi} \text{ mm}$$

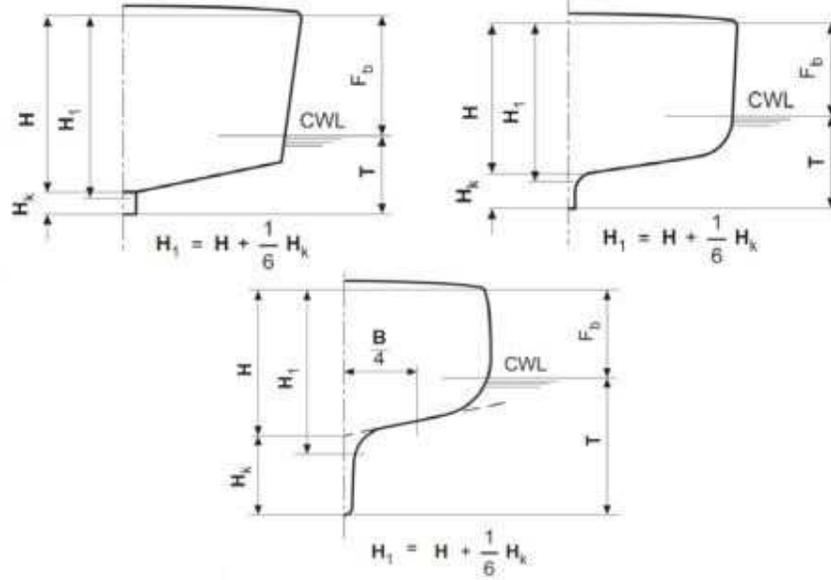
$$220 \times 340$$

$$\text{Linggi haluan} = \text{lebar} \times \text{tinggi} \text{ mm}$$

$$190 \times 280$$



## UKURAN H1 KAPAL



$$\begin{aligned} H_1 &= H + \frac{1}{6} H_k \\ H_1 &= 3,75 + \frac{1}{6} \cdot 340 \\ H_1 &= 60,417 \end{aligned}$$



**LAMPIRAN E**  
**PERHITUNGAN UKURAN DAN VOLUME PENGUATAN**  
**BANGUNAN ATAS KAPAL IKAN 20 GT**



## Item

### UKURAN CARLINES DAN TIANG-TIANG BANGUNAN ATAS

A	=	$\frac{l-l_1}{l_2-l_1} = \frac{a-a_1}{a_2-a_1}$	(Tabel 2.32 BKI Vol A, 2015)
	=	33,667 cm <sup>2</sup>	
	=	34 cm <sup>2</sup>	

**Ukuran Carlines dan Tiang-Tiang**

1	<b>Carlines</b>	=	lebar	x	tebal	x	panjang	cm
			6	x	6	x	277	
2	<b>Tiang-Tiang</b>	=	lebar	x	tebal	x	panjang	cm
			6	x	6	x	180	
3	<b>Balok Memanjang</b>	=	lebar	x	tebal	x	panjang	cm
			6	x	6	x	202	
4	<b>Balok Melintang</b>	=	lebar	x	tebal	x	panjang	cm
			6	x	6	x	171	

**Ukuran Volumetrik**

1	Carlines	=	Volume	x	Jumlah	buah			m <sup>3</sup>	
		=	9972	cm <sup>3</sup>	x					1
		=	0,009972	m <sup>3</sup>	x					
2	Tiang-Tiang	=	Volume	x	Jumlah	buah	=	0,052	m <sup>3</sup>	
		=	6480	cm <sup>3</sup>	x					8
		=	0,00648	m <sup>3</sup>	x					
3	Balok Memanjang	=	Volume	x	Jumlah	buah	=	0,015	m <sup>3</sup>	
		=	7272	cm <sup>3</sup>	x					2
		=	0,007272	m <sup>3</sup>	x					
4	Balok Melintang	=	Volume	x	Jumlah	buah	=	0,018	m <sup>3</sup>	
		=	6156	cm <sup>3</sup>	x					3
		=	0,006156	m <sup>3</sup>	x					
<b>Volume Total Penguat Bangunan Atas</b>								<b>=</b>	<b>0,095</b>	<b>m<sup>3</sup></b>



**LAMPIRAN F**  
**TABEL UKURAN TEBAL DINDING BANGUNAN ATAS**  
**BERDASARKAN *RULES* BIRO KLASIFIKASI INDONESIA**



L (B/3 + H <sub>1</sub> )	Superstructure side walls		Superstructure deck		Carlines
	Solid wood	Plywood	Solid wood	Plywood	
m <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>
7	18	9	8	6	7
8,5	18	10	8	6	7
10	19	11	9	6	9
11,5	19	12	9	6	11
13	20	13	10	6	12
14,5	20	13	10	7	13
16	21	14	11	7	14
17,5	21	14	12	8	15
19	22	15	12	8	16
20,5	22	15	13	8	17
22	23	15	14	9	18
23,5	23	15	14	9	19
25	23	15	15	10	20
27	24	16	15	10	21
29	24	16	16	10	22
31	24	16	16	11	23
33	24	16	17	11	24
35	24	18	17	11	25
37	25	18	18	11	26
39	25		18	12	26
41	25		19	12	27
43	25		19	12	28
46	25		20	13	29
49	26		20	13	30
52	26		21	13	31
55	26		21	13	32
58	27		21	14	33
61	27		22	14	34
64	27		22	14	35
67	27		23	15	36
71	28		23	15	37
75	28		24	15	38
80	29		24	15	39
85	29		24	16	40
90	30		25	16	41
96	30		25	16	42
102	31		25	16	43
108	31		26	16	44
115	32		26	17	45
122	33		27	17	45
130	34		27	17	46
140	35		27	17	47



**LAMPIRAN G**  
**DATA SPESIFIKASI TEKNIS CAT EKSTERIOR DAN LEM**



**LAMPIRAN H**  
**STANDAR ASTM D3500**



**LAMPIRAN I**  
**TABEL KONDISI CUACA SAAT PERLAKUAN PADA**  
**SPESIMEN**



Nama Stasiun	WMO ID	Tanggal	Suhu Minimum (°C)	Suhu Maksimum (°C)	Suhu Rata-rata (°C)	Kelembaban Rata-rata (%)	Curah Hujan (mm)	Lama Penyinaran (jam)
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	07/12/2017	25.8	34.6	29	83	8.7	5.7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	08/12/2017	26	33.6	27.7	86	2.5	4.2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	09/12/2017	25.4	34.6	29.7	77	5.4	1.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	10/12/2017	25.8	34.2	28.6	83	11	3
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	11/12/2017	25.8	32.4	28.3	83	9.6	3.8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	12/12/2017	25.5	33.8	27.7	82	1	1.1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	13/12/2017	25.5	33.3	29	78	1.6	2.4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	14/12/2017	26	32.2	27.3	84	0	3.8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	15/12/2017	24.7	33.7	29.3	78	10.5	0
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	16/12/2017	25	34.2	29.3	75	0	6.8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	17/12/2017	25	9999	27.9	81	9999	6.8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	18/12/2017	24.6	32.8	27	87	51.6	4.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	19/12/2017	24.7	32	27.1	86	46.6	2.2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	20/12/2017	25	33	27.8	84	3	2.6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	21/12/2017	24.5	32.4	28.3	80	62.6	4.6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	22/12/2017	25.2	30.6	27	83	8888	3.3
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	23/12/2017	24	35.2	29.9	71	1	0.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	24/12/2017	23.8	35.1	29.6	60	0	6.9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	25/12/2017	23.8	34.8	29.8	62	0	8.8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	26/12/2017	26.4	32.4	28	84	2	9.2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	27/12/2017	25.4	32.5	28.8	80	4.2	1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	28/12/2017	26.2	32.7	28.9	76	0	1.9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	29/12/2017	25.8	34	29.1	76	0	2.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	30/12/2017	26.5	32.5	27.1	86	8888	1.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	31/12/2017	25.6	33.1	28.6	81	8.4	2.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	01/01/2018	26.2	33.2	28.6	78	0	4.2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	02/01/2018	25.8	33.2	28	83	2.9	1.1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	03/01/2018	25.7	34.1	29	80	1	1.7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	04/01/2018	26.2	33.6	28.9	83	9999	7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	05/01/2018	24.8	33.7	28.2	82	3	3.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	06/01/2018	25	32.5	27.9	81	0	4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	07/01/2018	24.4	31	26.8	88	9.5	4.8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	08/01/2018	24.1	33	28.2	80	0.5	0
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	09/01/2018	25	34.3	29.3	76	0	3.7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	10/01/2018	25	35.2	28.4	82	1.5	6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	11/01/2018	25	32.5	27.6	83	26.1	6.9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	12/01/2018	24.4	33	27.9	78	8.2	1.9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	13/01/2018	25.2	31.2	28.2	79	0	1.2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	14/01/2018	25.7	31.6	28.1	78	0	0
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	15/01/2018	26.2	32.6	28.5	80	0	0
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	16/01/2018	26	32.8	28.7	79	8888	0.9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	17/01/2018	25.6	33.6	29.2	76	9999	2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	18/01/2018	25.6	33.5	28.4	81	0	0.3
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	19/01/2018	24.2	33.4	26.9	88	39.6	2.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	20/01/2018	24.6	31.2	26.6	87	47	2.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	21/01/2018	24.6	32.2	28	81	20.5	1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	22/01/2018	26	32	28.2	80	9999	1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	23/01/2018	24.5	30.2	27.1	87	6.6	1.4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	24/01/2018	25.3	31.4	28.3	82	2.8	0.1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	25/01/2018	25	32.4	27.3	86	10.8	3.7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	26/01/2018	25.8	32.4	27.4	84	2	2.5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	27/01/2018	25	32.2	28.6	80	4.4	2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	28/01/2018	26	31.6	28.5	81	0	4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	29/01/2018	25.5	32.9	28.7	79	0	2.6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	30/01/2018	25.6	33.4	28.5	79	0	3.6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	31/01/2018	25	30.8	27.1	86	4.4	6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	01/02/2018	25.7	31.6	27.3	87	9.2	0.2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	02/02/2018	24.8	32.6	28.5	80	0	2.2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	03/02/2018	25.2	31.6	27.6	85	30.2	4.5



Nama Stasiun	WMO ID	Tanggal	Suhu Minimum (°C)	Suhu Maksimum (°C)	Suhu Rata-rata (°C)	Kelembaban Rata-rata (%)	Curah Hujan (mm)	Lama Penyinaran (jam)
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	07/12/2017	25,8	34,6	29	83	8,7	5,7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	08/12/2017	26	33,6	27,7	86	2,5	4,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	09/12/2017	25,4	34,6	29,7	77	5,4	1,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	10/12/2017	25,8	34,2	28,6	83	11	3
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	11/12/2017	25,8	32,4	28,3	83	9,6	3,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	12/12/2017	25,5	33,8	27,7	82	1	1,1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	13/12/2017	25,5	33,3	29	78	1,6	2,4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	14/12/2017	26	32,2	27,3	84	0	3,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	15/12/2017	24,7	33,7	29,3	78	10,5	0
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	16/12/2017	25	34,2	29,3	75	0	6,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	17/12/2017	25	9999	27,9	81	9999	6,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	18/12/2017	24,6	32,8	27	87	51,6	4,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	19/12/2017	24,7	32	27,1	86	46,6	2,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	20/12/2017	25	33	27,8	84	3	2,6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	21/12/2017	24,5	32,4	28,3	80	62,6	4,6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	22/12/2017	25,2	30,6	27	83	8888	3,3
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	23/12/2017	24	35,2	29,9	71	1	0,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	24/12/2017	23,8	35,1	29,6	60	0	6,9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	25/12/2017	23,8	34,8	29,8	62	0	8,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	26/12/2017	26,4	32,4	28	84	2	9,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	27/12/2017	25,4	32,5	28,8	80	4,2	1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	28/12/2017	26,2	32,7	28,9	76	0	1,9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	29/12/2017	25,8	34	29,1	76	0	2,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	30/12/2017	26,5	32,5	27,1	86	8888	1,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	31/12/2017	25,6	33,1	28,6	81	8,4	2,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	01/01/2018	26,2	33,2	28,6	78	0	4,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	02/01/2018	25,8	33,2	28	83	2,9	1,1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	03/01/2018	25,7	34,1	29	80	1	1,7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	04/01/2018	26,2	33,6	28,9	83	9999	7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	05/01/2018	24,8	33,7	28,2	82	3	3,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	06/01/2018	25	32,5	27,9	81	0	4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	07/01/2018	24,4	31	26,8	88	9,5	4,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	08/01/2018	24,1	33	28,2	80	0,5	0
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	09/01/2018	25	34,3	29,3	76	0	3,7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	10/01/2018	25	35,2	28,4	82	1,5	6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	11/01/2018	25	32,5	27,6	83	26,1	6,9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	12/01/2018	24,4	33	27,9	78	8,2	1,9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	13/01/2018	25,2	31,2	28,2	79	0	1,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	14/01/2018	25,7	31,6	28,1	78	0	0
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	15/01/2018	26,2	32,6	28,5	80	0	0
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	16/01/2018	26	32,8	28,7	79	8888	0,9
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	17/01/2018	25,6	33,6	29,2	76	9999	2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	18/01/2018	25,6	33,5	28,4	81	0	0,3
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	19/01/2018	24,2	33,4	26,9	88	39,6	2,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	20/01/2018	24,6	31,2	26,6	87	47	2,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	21/01/2018	24,6	32,2	28	81	20,5	1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	22/01/2018	26	32	28,2	80	9999	1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	23/01/2018	24,5	30,2	27,1	87	6,6	1,4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	24/01/2018	25,3	31,4	28,3	82	2,8	0,1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	25/01/2018	25	32,4	27,3	86	10,8	3,7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	26/01/2018	25,8	32,4	27,4	84	2	2,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	27/01/2018	25	32,2	28,6	80	4,4	2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	28/01/2018	26	31,6	28,5	81	0	4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	29/01/2018	25,5	32,9	28,7	79	0	2,6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	30/01/2018	25,6	33,4	28,5	79	0	3,6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	31/01/2018	25	30,8	27,1	86	4,4	6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	01/02/2018	25,7	31,6	27,3	87	9,2	0,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	02/02/2018	24,8	32,6	28,5	80	0	2,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	03/02/2018	25,2	31,6	27,6	85	30,2	4,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	04/02/2018	25,4	32,9	28,6	78	6,8	1,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	05/02/2018	26	34,6	28,4	80	0	7,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	06/02/2018	24,4	31,8	27,6	77	0	3,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	07/02/2018	24,7	33,2	29,7	72	0	2,4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	08/02/2018	25,5	30,4	26,5	86	8888	7,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	09/02/2018	24	32,6	27,2	84	40	2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	10/02/2018	24,2	32,8	28	81	7	4,1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	11/02/2018	24,6	32,4	27,8	83	0	8,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	12/02/2018	25,2	33,2	28,6	78	0	4,4
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	13/02/2018	25,9	33,6	28,1	80	8888	6,7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	14/02/2018	25,5	34,6	28,8	81	3,4	3,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	15/02/2018	25	33,2	27,7	81	9999	6
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	16/02/2018	23,8	32,2	27,8	81	46,3	3,8
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	17/02/2018	24,2	33,2	28,3	80	11,6	4,3
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	18/02/2018	25	34	29,5	79	2,4	7,7
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	19/02/2018	25	34,5	28,9	79	0	5,2
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	20/02/2018	25	9999	28,3	79	1,2	7,1
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	21/02/2018	25,2	33,8	29,1	79	20,3	6,5
Stasiun Meteorologi Perak I	96933	22/02/2018	24,5	9999	28	80	0	5,3



## BIODATA PENULIS



Wisnu Wicaksono dilahirkan di Jakarta pada 6 Juni 1994 silam. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis pernah menempuh pendidikan format tingkat dasar pada TK Negeri Pembina 1 pada tahun 1998. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri Kedaung, Sawangan pada tahun 2000. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 2 Ciputat pada tahun 2006 dan menengah atas di SMA Negeri 1 Kota Tangerang Selatan. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan, FTK – ITS pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN Tertulis.

Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan di Departemen Teknik Perkapalan, FTK - ITS. Selama masa studi di ITS, selain kuliah, Penulis juga pernah menjadi *organizing committee (oc)* pada kaderisasi anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan ITS tahun 2013. Selain itu, Penulis juga pernah menjadi anggota ad hoc rancangan Pola Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa, Himpunan Teknik Perkapalan ITS pada tahun kepengurusan 2014-2015. Selanjutnya Penulis juga pernah menjadi staf Divisi Pelatihan, Unit Kegiatan Mahasiswa ITS Billiard pada tahun kepengurusan 2014-2015.

Email: [wisnu.wicaksono12@mhs.na.its.ac.id](mailto:wisnu.wicaksono12@mhs.na.its.ac.id)/[wisnu.wicaksono@outlook.co.id](mailto:wisnu.wicaksono@outlook.co.id)