

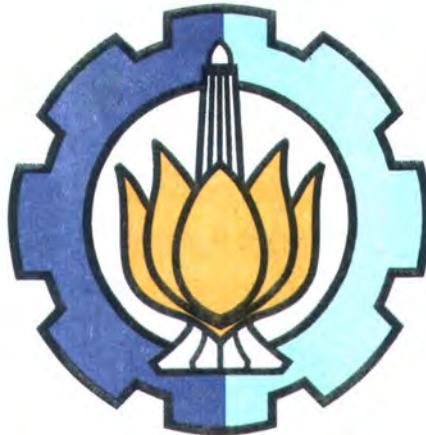
22258/H/05



MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

TUGAS AKHIR
(KP 1701)

**STUDI PERBANDINGAN KEKUATAN KONSTRUKSI
LAMBUNG KAPAL KAYU SISTEM OVERLAPING
DAN SISTEM PANTEK**



R.SPe
623.84
Asu
5-1

2004

Disusun oleh :

AGUS HERU C
NRP. 4199 100 002

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	11-8-2004
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	221034

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004**

LEMBAR PENGESAHAN :

**STUDI PERBANDINGAN KEKUATAN KONSTRUKSI
LAMBUNG KAPAL KAYU SISTEM OVERLAPING DAN
SISTEM PANTEK**

TUGAS AKHIR

Telah direvisi Sesuai Dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir

Pada

Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Surabaya, Agustus 2004

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. Soeweify M.Eng

130 368 597

DIPERSEMBAHKAN UNTUK



**KELUARGA BESAR
SS PERKAPALAN**



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya. Hingga baik dalam kehidupan dan jalan dalam menempuh studi, diberi banyak keluasan dan kemudahan dalam menyelesaikannya. Salah satu bentuknya adalah dengan terselesaikannya Tugas Akhir, sebagai salah satu syarat yang wajib ditempuh dalam menyelesaikan program S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Tugas Akhir Sebagai rangkaian dalam menempuh program S1 yang saya jalankan, memiliki beragam hal dan peristiwa didalam pembuatannya. Namun justru beragam hal tersebut baik yang menyenangkan maupun tidak menyenangkan bagi saya merupakan konsekuensi dan memberi banyak pelajaran dengan sifat keilmiahan atau bersifat pelajaran hidup.

Dengan kerendahan hati dan keikhlasan yang tiada terkatakan, saya haturkan beribu terima kasih kepada :

1. Bapak, ibu dan adikku serta seluruh keluarga dirumah yang telah memberikan segenap kasih sayang serta motivasi selama ini.
2. Ir. Soeweify M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberi arahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Ketua Jurusan Teknik Perkapalan dan seluruh staf karyawan yang telah membantu kelancaran dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Kepala Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Jurusan Teknik Perkapalan dan seluruh karyawan yang telah membantu dalam pelaksanaan pengujian spesimen.
5. Teman-teman kostku dan seluruh keluarga besar "SS PERKAPALAN", setidaknya banyak dorongan, fasilitas dan gangguan yang saya dapatkan dari teman-teman, hingga penyelesaian Tugas Akhir ini menjadi cukup menarik (*maaf nama kalian tidak aku tulis, karena tertulis dihati lebih baik dari pada tertulis dilembar ini*).



Bagaimanapun juga kekurangan dan kelebihan dari Tugas Akhir ini tidak bisa dihindarkan. Bahkan mungkin lebih banyak kekurangannya sebagai refleksi keterbatasan dalam berbagai aspek, hingga terdapat kritik merupakan suatu hal yang saya inginkan sebagai wujud perhatian dan kepedulian.

Juli, 2004

Penulis



ABSTRAK

Sistem konstruksi yang digunakan pada lambung kapal kayu ada dua macam yaitu sistem konstruksi overlaping dan sistem konstruksi pantek. Dari segi kekuatan kedua jenis konstruksi ini belum pernah diungkap. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan penelitian tentang perbandingan kekuatan sistem konstruksi overlaping dan sistem konstruksi pantek dalam menahan beban bending. Spesimen yang digunakan dalam percobaan disesuaikan dengan yang ada pada konstruksi lambung kapal kayu. Bahan yang dipakai sebagai spesimen kedua sistem konstruksi adalah kayu yang biasa digunakan dikapal. Alat penyambung pada sistem konstruksi overlaping adalah sekrup sedangkan pasak kayu pong digunakan untuk sistem konstruksi pantek. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji bending dengan beban bertingkat. Mula – mula diberi beban 1,5 KN kemudian dinaikkan kelipatannya sampai spesimen mengalami kerusakan. Data untuk analisa adalah deformasi beban dan deformasi sisa. Deformasi beban berhubungan dengan kekuatan dalam menahan beban dan deformasi sisa berhubungan dengan elastisitas kedua sistem konstruksi. Dari analisa data percobaan dapat disimpulkan bahwa sistem konstruksi pantek lebih kuat dalam menahan beban dari pada sistem overlaping. Begitu pula dari segi elastisitas sistem pantek lebih elastis dari pada sistem overlaping.



ABSTRACTION

Construction system at wooden ship hull there two kinds of that is overlapping construction system and pantek construction system. From strength facet both types of this construction have never been expressed. In this Final Project research about comparison strength of overlapping construction system and pantek construction system in arrest bending load. Used Spesimen on testing adapted from construction wooden ship. Materials weared as spesimen both of construction system is wood which commonly use on ship. Appliance of fastened at overlapping construction system is spanner while dowel used for the pantek construction system is pong wooden. Examination performed within this research is test of bending with incremental load. First load is 1,5 KN then load have to increase to fold. Data for analysis is load deformation and residual deformation. Load deformation relate to strength in arrest load and residual deformation relating to elasticity both of construction system. From data analysis can be concluded that pantek construction system stronger in arrest load than overlapping construction system. Also from elasticity facet pantek construction system more elastic from overlapping construction system.



DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Abstrak

Daftar Isi

Daftar Gambar

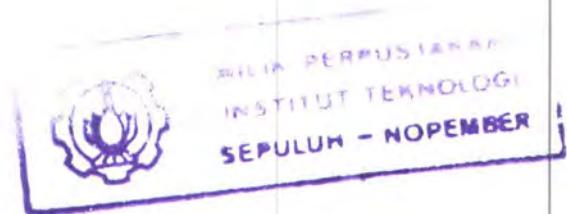
Daftar Grafik

BAB I. PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	I - 1
1.2	Permasalahan	I - 2
1.3	Tujuan	I - 3
1.4	Batasan Masalah	I - 3
1.5	Metodologi	I - 3
1.6	Sistematika Laporan	I - 4

BAB II. DASAR TEORI

2.1	Tinjauan Umum	II - 1
2.1.1	Anggapan-anggapan dalam konstruksi kayu.....	II - 2
2.1.2	Untung rugi kayu sebagai bahan konstruksi	II - 4
2.1.3	Mutu kayu dan sifat-sifat mekanis	II - 5
2.2	Konstruksi Lambung Kapal Kayu	II - 7
2.2.1	Papan-papan kulit luar	II - 9
2.2.2	Lapis kulit luar	II - 10
2.2.3	Sistem Konstruksi Lambung	II - 11





2.2.3.1	Konstruksi Lambung Sistem Pantek	II - 11
2.2.3.2	Konstruksi Lambung Sistem Overlapping	II - 14
2.2.4	Pasak Papan Kulit Luar	II - 17
2.2.5	Sekrup Pada Papan Kulit Luar	II - 20
BAB III. PELAKSANAAN PENGUJIAN		
3.1	Material Percobaan	III - 1
3.2	Pembuatan Spesimen Uji Bending	III - 2
III.2.1	Spesimen Sistem Konstruksi Overlapping	III - 3
III.2.2	Spesimen Sistem Konstruksi Pantek	III - 5
3.3	Penentuan Beban	III - 8
3.4	Pengujian	III - 8
3.4.1	Pengujian Sistem Konstruksi Overlapping	III - 8
3.4.2	Pengujian Sistem Konstruksi Pantek	III - 10
3.5	Flochart Pengujian	III - 13
BAB IV HASIL PENGUJIAN		
4.1	Tinjauan Statistik Hasil Pengujian	IV - 1
4.1	Hasil Pengujian Sistem Overlapping	IV - 2
4.2	Hasil Pengujian Sistem Pantek	IV - 7
BAB V ANALISA DATA		
5.1	Rata-Rata Deformasi Beban dan Deformasi Sisa Sistem Overlapping .	V-1
5.2	Rata-Rata Deformasi Beban dan Deformasi Sisa Sistem Pantek	V - 3
5.3	Perbandingan Deformasi Beban dan Deformasi Sisa Sistem Overlapping dan Sistem Pantek	V - 5



5.4 Tegangan pada Alat Penyambung	V - 7
5.4.1 Pergeseran Papan dan Tegangan Sekrup pada Sistem Overlapping	V - 8
5.4.2 Buka-an dan Tegangan Pasak pada Sistem Pantek	V - 9
5.5 Pengaruh Momen Lentur Pada Badan Kapal	V-12
BAB VI. PENUTUP	
6.1 Kesimpulan	VI - 1
6.2 Saran	VI - 2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



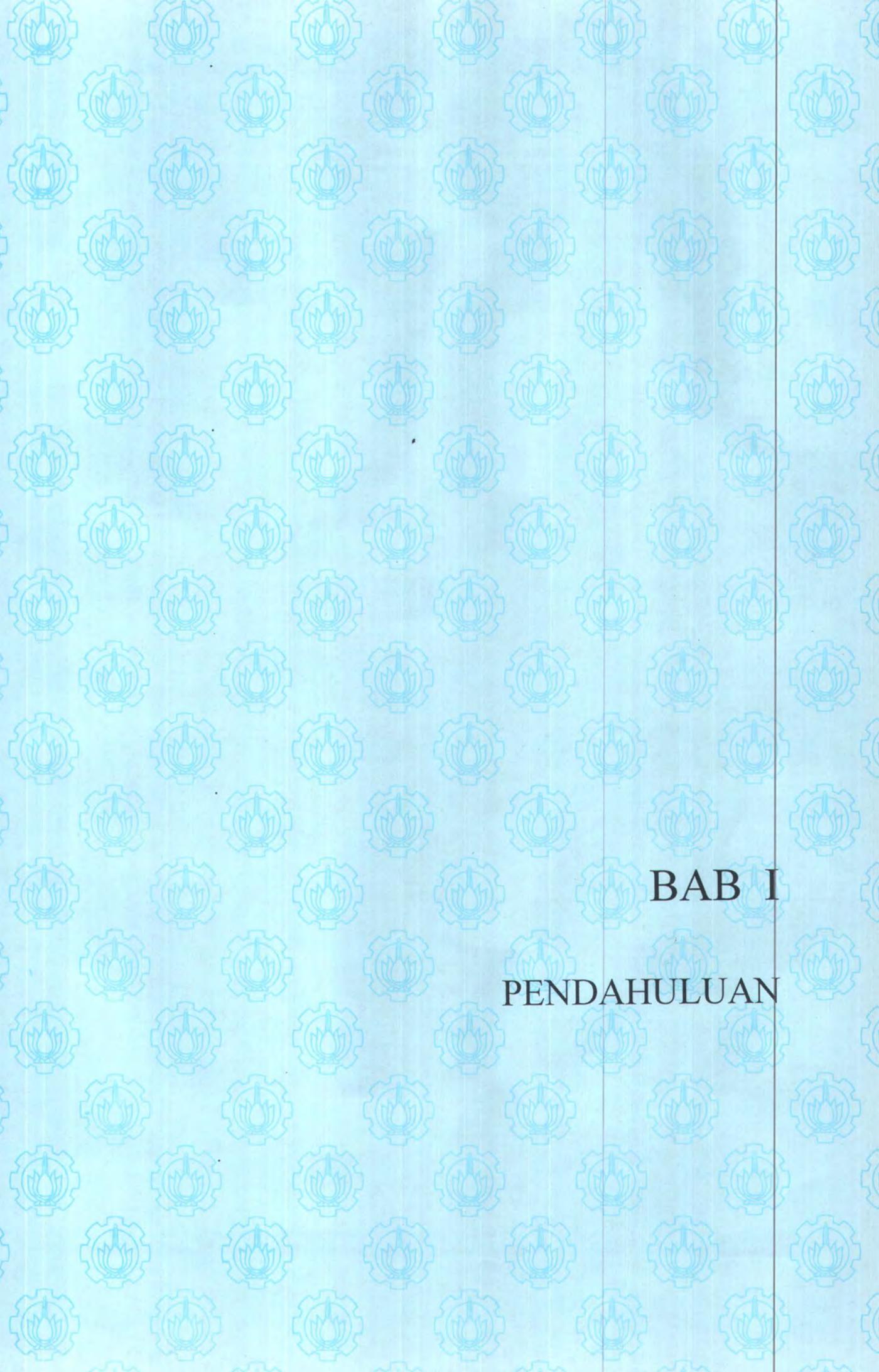
DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Sambungan papan pada kulit luar.....	II-9
Gambar II.2 Penyumpalan sela-sela papan dengan tali gelam.....	II-11
Gambar II.3 Alat-alat untuk pemakalan.....	II-11
Gambar II.4 Pemasangan gading setelah kulit luar dipasang	II-13
Gambar II.5 Sistem konstruksi pantek.....	II-14
Gambar II.6 Bagian lambung dilubangi untuk tempat pasak	II-15
Gambar II.7 Sistem konstruksi overlapping.....	II-16
Gambar II.8 Sambungan papan sistem overlapping	II-16
Gambar II.9 Detail pada sambungan sistem overlapping	II-17
Gambar II.10 Lima metode pengikatan planking sistem overlapping.....	II-18
Gambar II.11 Pembuatan pasak untuk kapal kayu	II-20
Gambar II.12 Pasak silinder untuk papan pada lambung	II-21
Gambar II.13 Macam-macam type sekrup	II-23
Gambar III.1 Benda uji sistem konstruksi overlapping	III-4
Gambar III.2 Pasak dari kayu pong	III-6
Gambar III.3 benda uji sistem konstruksi pantek	III-7
Gambar V.1 Bukaan papan pada sistem overlapping	V-10



DAFTAR GRAFIK

Grafik III.1 deformasi pada sistem konstruksi overlaping	III-10
Grafik III.2 deformasi pada sistem konstruksi pantek	III-12
Grafik IV.1 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 1	IV-3
Grafik IV.2 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 2	IV-4
Grafik IV.3 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 3	IV-5
Grafik IV.4 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 4.....	IV-6
GrafikIV.5 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 1.....	IV-8
Grafik IV.6 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 2	IV-9
Grafik IV.7 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 3	IV-10
Grafik IV.8 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 4	IV-11
Grafik V.1 rata-rata deformasi beban dan deformasi sisa pada sistem overlaping	V-2
Grafik V.2 rata-rata deformasi beban dan deformasi sisa pada sistem pantek ..	V-4
Grafik perbandingan deformasi beban sistem overlaping dan sistem pantek ...	V-5
Grafik V.4 perbandingan deformasi sisa sistem overlaping dan sistem pantek..	V-7
Grafik V.5 bukaan papan pada sambungan sistem pantek	V-11



BAB I
PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan alat transportasi laut, maka kapal memegang peranan yang sangat penting. Seiring dengan kemajuan teknologi, maka terciptalah bermacam-macam kapal dengan berbagai spesifikasi kebutuhan. Bahan yang digunakan pun bermacam-macam mulai dari bahan baja, fiberglass, kayu dan lain-lainnya.

Kapal kayu banyak digunakan di perairan nusantara. Pembuatan kapal kayu pada galangan banyak yang menggunakan sistem konstruksi overlapping dan sistem pantek pada penyambungan kulitnya. Dari kedua sistem konstruksi ini masing-masing mempunyai kelemahan dan kelebihan.

Kelebihan sistem konstruksi pantek adalah :

- Permukaan lambung yang dihasilkan halus
- Dengan permukaan yang halus dan smooth maka tahanan yang ditimbulkan relatif lebih kecil.

Kelemahan sistem konstruksi pantek adalah :

- Perlu banyak waktu untuk mengerjakan bagian kulit yang melengkung agar tampak smooth
- Pasak yang digunakan untuk sambungan lebih disukai pasak kayu (kayu pong) tetapi jenis kayu ini cukup mahal dan sulit dicari.



Kelebihan sistem konstruksi overlaping adalah :

- Dari segi keindahan, permukaan lambung sistem overlaping sangat indah.
- Berat dari sistem konstruksi jenis ini relatif lebih ringan

Kelemahan sistem konstruksi overlaping adalah :

- Tahanan yang ditimbulkan cukup besar akibat permukaan lambung yang tidak *smooth*.
- Efisiensi material yang digunakan pada lambung rendah.

Untuk membandingkan sampai seberapa besar kekuatan dari masing-masing sistem konstruksi tersebut dalam menahan beban, dalam tugas akhir ini diadakan pengujian terhadap kekuatan kedua sistem konstruksi tersebut. (*Jim Trefeten, 1993*)

1.2 PERMASALAHAN

Dari segi kekuatan, kedua jenis sistem konstruksi belum pernah diungkap, maka diadakan pengujian untuk membandingkan kekuatan sistem konstruksi overlaping dan sistem pantek.

1.3 TUJUAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk membuktikan bahwa sistem konstruksi lambung kapal kayu dengan menggunakan sistem overlaping kekuatannya lebih besar atau lebih kecil dari pada sistem pantek. Dalam hal ini kekuatan dalam menahan beban.



1.4 BATASAN MASALAH

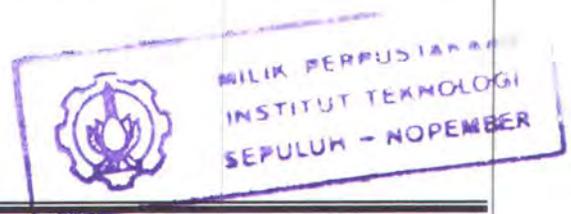
Dalam makalah tugas akhir ini penulis melakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Dititik beratkan pada pengujian sistem konstruksi kulit lambung luar dari jenis kayu yang sama (kayu bengkireh), dibuat kedua macam sistem konstruksi dan diuji.
2. Bahan yang dipakai sebagai pasak pada konstruksi pantek adalah kayu pong
3. Pengujian yang dilakukan adalah uji bending.

1.5 METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, maka dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan langkah sebagai berikut.

- Studi literatur tentang kapal kayu dan juga merangkum teori-teori dasar serta acuan dalam penulisan tugas akhir ini.
- Pembuatan spesimen uji untuk sistem konstruksi pantek dan sistem konstruksi overlaping
- Percobaan secara experimental dengan melakukan pengujian bending terhadap spesimen sistem konstruksi lambung dengan sistem overlaping dan sistem pantek.
- Langkah selanjutnya analisis data untuk mendapatkan perbandingan kekuatan antara kedua sistem konstruksi lambung.





1.6 SISTEMATIKA LAPORAN

Sistematika pembahasan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematika laporan Tugas Akhir.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori penunjang untuk analisa selanjutnya.

BAB III PELAKSANAAN PENGUJIAN

Bab ini akan dibahas tentang pelaksanaan pengujian secara experimental pada spesimen kedua sistem konstruksi.

BAB IV HASIL PENGUJIAN

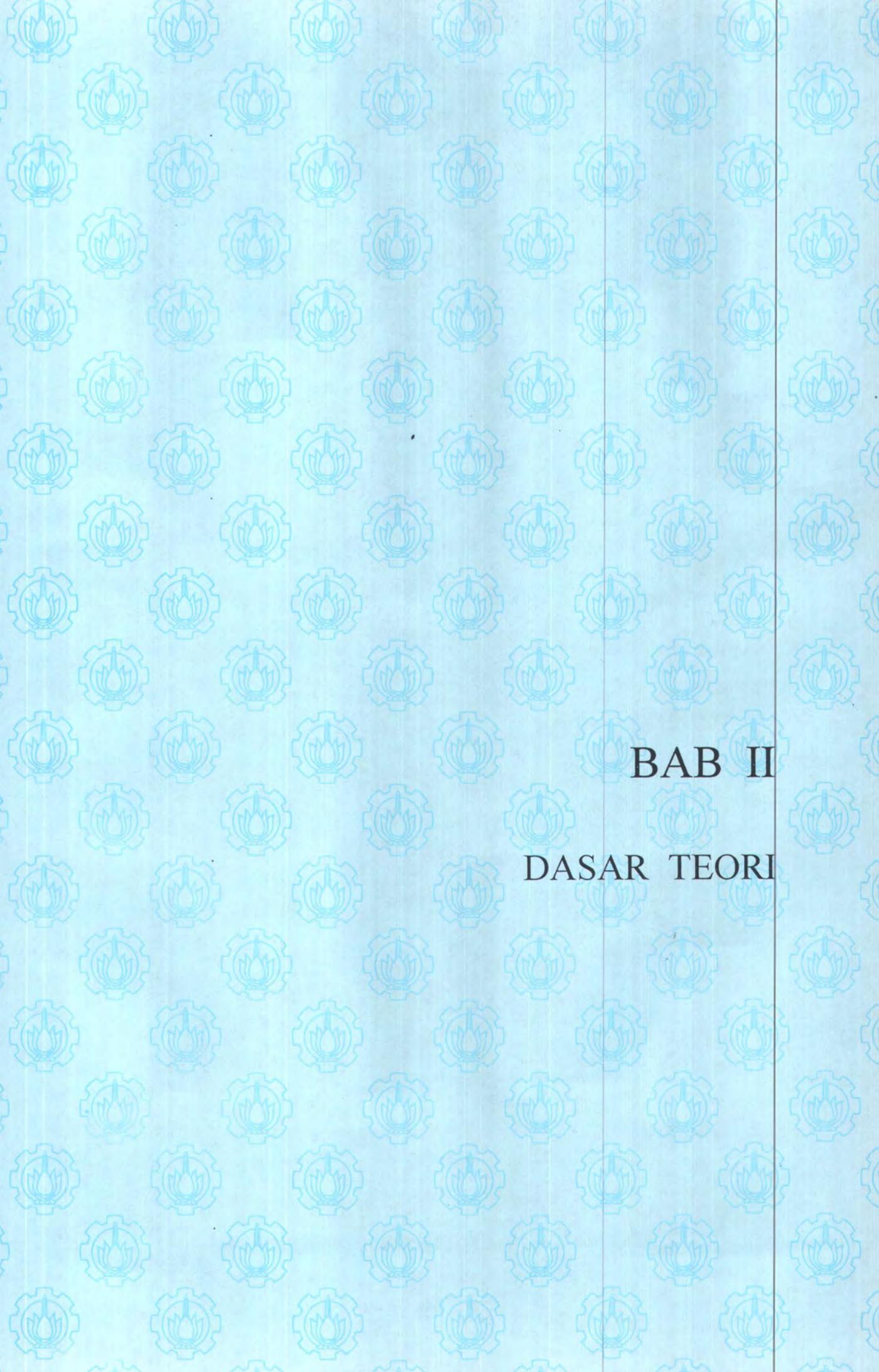
Bab ini mencakup tentang hasil pengujian secara experimental yang telah dilakukan.

BAB V ANALISA DATA

Bab ini akan dibahas mengenai analisa data dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini.



BAB II
DASAR TEORI



BAB II

DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN UMUM

Seperti kita ketahui Indonesia adalah suatu negeri yang sangat kaya akan kayu, baik kaya dalam jenisnya maupun kaya dalam hal kuantitasnya. Tetapi sayangnya bahwa di dalam konstruksi kayu, kita belum banyak melakukan penelitian-penelitian untuk mendapatkan cara konstruksi kayu yang baru yang bermaksud untuk menghemat pemakaian kayu. Dengan pengetahuan tentang dasar-dasar bangun kayu serta sifat-sifatnya dan penelitian-penelitian orang ahli, pemakaian kayu di Indonesia dapat dihemat. Faktor aman pada kayu yang besarnya ± 10 dapat diperkecil menjadi 5,5 sampai 8, asal teknik penyambungan dapat disempurnakan. (*Wiryomartono, 1977*)

Kayu adalah suatu bahan konstruksi yang didapatkan dari tumbuhan dalam alam. Karena itu tidak hanya merupakan salah satu bahan konstruksi pertama di dalam sejarah umat manusia, tetapi juga menjadi yang terakhir. Sebagai salah satu bahan konstruksi pertama, jauh sebelum ilmu pengetahuan, khusus matematika, memperlengkap kita dengan suatu teori untuk perencanaan konstruksi, maka teknik penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi pada jaman yang lampau didasarkan hanya atas pengalaman dan intuisi. Sekarang kita maklum bahwa ilmu teknik konstruksi kayu (*Timber Engineering*), yang dimulai perkembangannya di Jerman pada permulaan abad ke-20, telah dan masih terus mengalami transisi dari



suatu bidang pengetahuan pertukangan kayu tradisional ke suatu ilmu pengetahuan berdasarkan perhitungan matematis yang sudah digunakan pada konstruksi-konstruksi baja dan beton

2.1.1 Anggapan-anggapan dalam konstruksi kayu

Penilaian dan perbandingan teknis daripada kayu dengan bahan-bahan konstruksi lain dapat dicapai dengan meninjau satu demi satu anggapan-anggapan yang biasa diambil dalam perhitungan konstruksi, yaitu :

- Untuk keperluan-keperluan praktis, baja dianggap homogen artinya bagian-bagian dalam suatu benda baja mempunyai sifat-sifat fisis yang sama. Tetapi mikroskopis baja pun tidak homogen karena terdiri dari bermacam-macam kristal dengan sifat-sifat berlainan. Kayu yang terdiri dari serat-serat, tentunya tidak dapat disebut homogen seperti baja, namun didalam praktek teknik konstruksi, kayu masih dapat dianggap bahan yang homogen, tetapi cukup jelas bahwa adanya cacat-cacat seperti mata kayu perlu diperhatikan dan menyebabkan perbedaan dengan dasar-dasar perhitungan yang lazim.
- Seperti pada baja, hukum hooke berlaku untuk kayu sampai suatu batas yang kita kenal sebagai batas proporsional, tetapi kayu tidak mempunyai batas meleleh seperti baja. Bentuk diagram tegangan perubahan panjang untuk kayu menyamai diagram untuk bahan-bahan batu seperti beton. Untuk baja biasa batas proporsional dicapai pada 50% daripada tegangan patah. Untuk kayu, dari penyelidikan-penyelidikan ternyata bahwa pada



pembebanan tekan, batas proporsional dicapai pada 75% daripada tegangan patah, jadi ditinjau dari aspek ini kayu lebih menguntungkan.

- Pada pembebanan tekan biasanya kayu bersifat elastis sampai batas proporsional. Untuk keadaan tarikan belum ada banyak keterangan-keterangan experimental, tetapi sudah diketahui bahwa terhadap tarikan, sifat-sifat elastisitas untuk kayu tergantung dari keadaan lengas: kayu kering memperlihatkan batas elastisitas yang agak rendah sedangkan dalam kayu dengan kadar lengas tinggi terdapat perubahan bentuk yang permanen pada beban-beban yang kecil pun.
- Belum terdapat banyak keterangan mengenai modulus kenyal kayu dalam tarikan. Hasil-hasil beberapa penyelidikan ternyata bertentangan.
- Hipotesa bernoulli, atau anggapan bahwa dalam balok terlentur tampang-tampang tetap rata mempermudah perhitungan balok terlentur tetapi sebenarnya penyelidikan-penyelidikan memperlihatkan penyimpangan dari linieritas itu.
- Di dalam analisa tegangan-tegangan dan perubahan-perubahan bentuk akibat beban-beban luar pada suatu benda baja, bahan dianggap isotropis, artinya baja mempunyai sifat-sifat elastis yang sama dalam semua arah. Kayu bukan suatu bahan isotropis, sifat-sifatnya tergantung dari arah gaya terhadap arah serat-serat dan cincin-cincin pertumbuhan, tetapi untuk keperluan-keperluan praktis, kayu dapat dianggap ortotropis, artinya mempunyai tiga bidang simetri elastis yang tegak lurus satu pada yang lain yaitu longitudinal, tangensial dan radial, dimana sumbu longitudinal



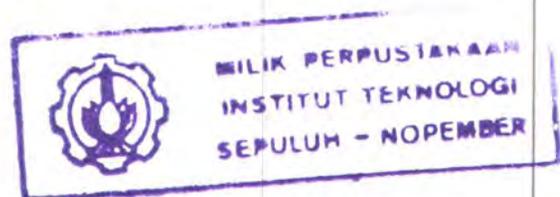
adalah sejajar setar-serat, sumbu tangensial adalah garis-garis singgung cincin-cincin pertumbuhan dan sumbu radial adalah tegak lurus pada cincin-cincin pertumbuhan.

2.1.2 Untung rugi kayu sebagai bahan konstruksi

Untung rugi pada umumnya dari kayu sebagai bahan konstruksi dapat diuraikan sebagai berikut :

- kayu mempunyai kekuatan yang tinggi dan berat yang rendah, mempunyai daya penahan tinggi terhadap pengaruh kimia dan listrik, dapat mudah dikerjakan, adalah relatif murah, dapat mudah diganti dan bisa didapat dalam waktu singkat.
- Kerugiannya antara lain ialah sifat kurang homogen dengan cacat-cacat alam seperti arah serat yang berbentuk menampang, spiral dan diagonal, mata kayu dan sebagainya. Beberapa kayu bersifat kurang awet dalam keadaan-keadaan tertentu. Kerugian yang lain adalah kayu dapat memuai dan menyusut dengan perubahan-perubahan kelembaban dan meskipun tetap elastis, pada pembebanan berjangka lama sesuatu balok, akan terdapat lendutan yang cukup besar.

Sifat-sifat karakteristik ini memperlihatkan perbedaan-perbedaan penting antara ilmu kayu dan bahan lain yang untuk analisa matematis dalam ilmu kekuatan biasanya diidealisir sebagai bahan yang sempurna akan homogenitas dan elastisitasnya.





Berhubung dengan kerugian-kerugian tersebut dari kayu, maka konsekuensinya dapat dilihat dalam perhitungan perencanaan, perlunya pengeringan kayu, penggunaan teknik pengawetan, dan sebagainya.

Salah satu sifat kayu yang sering kali dikemukakan sebagai suatu kerugian besar dibandingkan dengan bahan baja dan beton adalah dapat terbakarnya kayu. Memang kayu dapat terbakar tetapi kita maklum bahwa kebakaran-kebakaran hampir selalu dimulai dengan kebakaran didalam ruangan-ruangan dari bahan-bahan yang mudah terbakar, jadi yang penting adalah penghindaran pembakaran bahan-bahan itu. Memang baja tidak dapat terbakar tetapi baja tidak fire resistant (tidak tahan suhu tinggi) kecuali kalau dilindungi pada semua bidangnya dengan bahan yang fire-proofing untuk mengisolir terhadap suhu-suhu kebakaran. Tanpa lindungan-lindungan itu maka batang-batang rangka baja dalam keadaan tekanan sudah akan runtuh pada suhu-suhu kebakaran yang rendah, padahal pada umumnya batang-batang kayu harus sudah terbakar atau menjadi arang hampir seluruhnya sebelum runtuh dan sebelum itu dapat terjadi pada suatu konstruksi kayu biasanya kebakaran sudah dapat dipadamkan. Selain itu kita maklum bahwa sebetulnya kayu dapat juga dibuat fire-proof.

2.1.3 Mutu kayu dan sifat-sifat mekanis

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sifat –sifat mekanis kayu adalah mengenai :

- berat jenis
- miring arah serat
- kadar lengas
- pohon hidup dan mati



- kecepatan pertumbuhan
- posisi cicin tahun
- mata
- retak
- pengeringan alam dan oven
- pengawetan
- keawetan
- lamanya pembebanan

Banyak penyelidikan telah dilakukan diluar negeri untuk mengetahui korelasi antar faktor-faktor tersebut dan sifat-sifat mekanis, pengetahuan mana yang penting untuk menentukan tegangan-tegangan yang diperkenankan. Kecuali faktor berat jenis, di Indonesia belum dimulai mengenai penyelidikan tersebut sehingga penentuan tegangan-tegangan yang diperkenankan dalam PKKI telah didasarkan hanya atas hasil pengujian *small clear specimen* (contoh-contoh kecil sempurna)

Dalam penggunaan kayu, kita mengenal arti grading (pemilihan). Stresses grading rules ditetapkan khusus berhubung dengan faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan ijin. Hasil pengujian *small clear specimens* dalam laboratorium memberikan *basic stresses* yang dalam penentuannya diperhatikan pengaruh lamanya pembebanan, variasi dalam hasil pengujian *clear wood* sesuatu jenis, dan suatu angka keamanan (*safety faktor*). Suatu *basic stress* adalah suatu *working stress* untuk *clear wood* sesuatu jenis, berat jenis dan kadar lengas. Tetapi didalam praktek konstruksi kayu, dalam keadaan "full scale".

1. grade atau mutu kayu yang dipakai bukan *clear wood*
2. keadaan konstruksi tidak sama seperti dilaboratorium



Maka basic stress perlu dikali suatu faktor yang disebut strengthratio, untuk mendapatkan working stresses sesuatu kayu dan keadaan konstruksi di dalam praktek. (KH Felix, 1991)

2.2 KONSTRUKSI LAMBUNG KAPAL KAYU

kayu-kayu yang dipergunakan untuk bagian-bagian konstruksi yang penting harus baik, sehat, tidak ada celah dan tidak ada cacat-cacat yang membahayakan. Kayu-kayu yang tidak tahan terhadap air, cuaca, jamur dan serangga tidak boleh dipergunakan. Kayu-kayu yang kurang tahan terhadap perubahan kering basah yang permanen hanya boleh digunakan untuk bagian-bagian dibawah garis air, seperti papan alas.

Bahan kayu untuk perkapalan harus mempunyai sifat-sifat tertentu yang lebih baik bila dibandingkan dengan kayu untuk penggunaan umum. Hal tersebut dikarenakan kapal berada di laut, dan akan mendapatkan tekanan hidrostatik. Untuk itu kayu yang dipergunakan dalam perkapalan harus diperhatikan sifat-sifatnya sebagai berikut.

a. Keawetan

Yang menentukan keawetan kayu adalah daya tahan kayu terhadap pengaruh kerusakan oleh panas matahari, air laut, air hujan, tiram, serangga, maupun binatang kecil lainnya.

b. Kekuatan

Untuk mendapatkan kekuatan yang tepat harus dilakukan uji kekuatan kayu. Kalau uji kekuatan tidak bisa dilakukan, maka untuk menentukan kekuatan kayu dilakukan dengan melihat urat lentur, kuat desak dan berat jenis kayu.



Berat jenis kayu ini ditentukan oleh kadar lengas kayu dalam keadaan kering udara.

c. Massa Jenis

Massa jenis merupakan salah satu faktor yang banyak mempengaruhi kekuatan kayu. Mass jenis bahan padat dari semua jenis kayu adalah 0,54. Adanya perbedaan massa jenis yang terjadi pada kayu disebabkan oleh perbedaan besar kecilnya sel dan tebal tipisnya dinding sel. Jenis kayu yang mengandung bahan padat mempunyai dinding sel yang kecil, sehingga dalam keadaan kering jenis ini mempunyai massa yang lebih besar dan kayunya lebih kuat.

d. Kelembapan Kayu

Kayu mempunyai sifat higroskopik, yaitu dapat menyerap atau bahkan dapat melepaskan air kandungannya. Makin lembap udara disekitarnya akan makin tinggi pula tingkat kelembapan kayu sampai mencapai keseimbangan dengan lingkungannya. Dengan masuknya air ke dalam kayu maka berat kayu makin bertambah dan menyebabkan kayu tersebut basah serta akan mengembang.

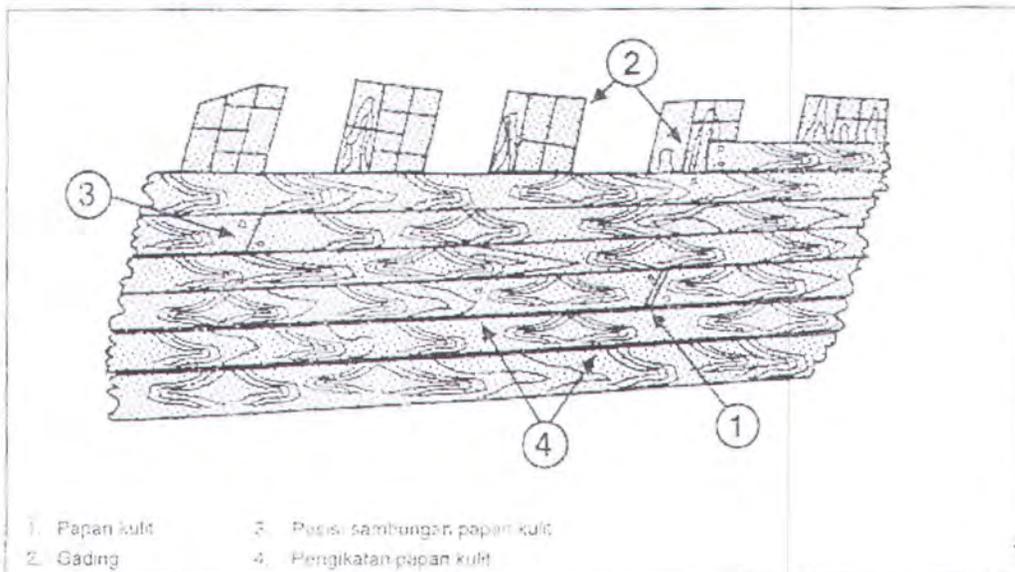
Bagian-bagian konstruksi diatas garis air, umpamanya papan samping (dari kulit), geladak, bangunan atas, ambang palka dan lain-lain dan juga bagian-bagian konstruksi di dalam badan kapal harus dibuat dari kayu-kayu yang telah dikeringkan dari udara. Untuk bagian-bagian konstruksi dibawah garis air boleh digunakan kayu-kayu yang tidak begitu kering. Sedangkan untuk kapal ikan khususnya pada geladak ikan harus dibuat dari kayu yang besar sekali

kelembabannya. Bagian-bagian konstruksi yang tidak penting umpamanya interior tidak perlu digunakan kayu-kayu seperti dalam tabel pada lampiran.

2.2.1 Papan-papan kulit luar

Dikapal-kapal yang mempunyai angka penunjuk $L(B/3H)$ sampai dengan 50 seluruh lajur-lajur dari kulit luar dapat dibuat dari papan dengan tebal yang sama. Bagi kapal yang lebih besar, lajur lunas dan lajur sisi atas dari kulit luar itu harus lebih kuat (tebal) dari pada lajur-lajur alas dan lajur sisi lainnya. Diluar 0,5 L tebal papan lajur lunas dan lajur sisi atas secara berangsur-angsur dapat berkurang sampa mencapai papan-papan lajur sisi dan lajur alas.

Papan-papan itu sedapat mungkin papan-papan yang dipotong secara radial. Papan-papan itu harus sepanjang mungkin. Sambungan papan harus dibagi secara merata di kulit luar. Jarak antara sambungan-sambungan dari papan-papan yang bersisian harus sekurang-kurangnya 2 kali jarak gading-gading dan bila ada dua lajur diantaranya, sekurang-kurangnya 1 kali jarak gading-gading.



Gambar II.1 Sambungan papan pada kulit luar



Sambungan papan-papan bagian atas sambungan-sambungan galar balok dan tutup sisi geladak tidak boleh terletak dalam satu bidang. Sambungan-sambungan papan lunas dan sambungan-sambungan itu dapat dibuat ditengah-tengah gading-gading. Kulit luar kapal-kapal yang akan berlayar di perairan es harus dilindungi haluan sampai pada tempat dimana lebar terbesar dari garis muat pada sarat terdalam dicapai.

2.2.2 Lapis kulit luar

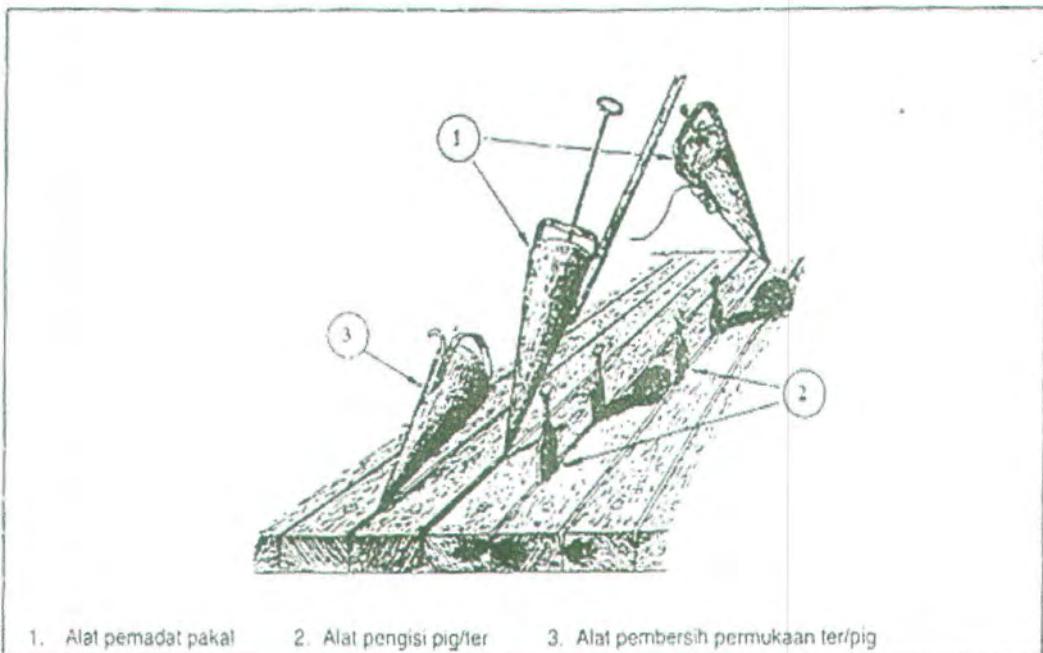
Bilamana kulit luar suatu kapal dilapis dengan lapisan tembaga, lapisan logam atau lapisan baja sepuh seng sebagai perlindungan terhadap es atau serangan cacing-cacing bor, maka semua baut-baut yang tembus di lunas dan linggi-linggi begitu juga semua baut-baut dikulit luar yang terletak sampai 30 cm diatas lapisan-lapisan itu, untuk mencegah korosi akibat pengaruh elektro kimia, harus terdiri dari satu bahan yang terdapat dalam deretan tegangan yang kira-kira sama dengan bahan lapisan. Papan-papan kayu dibawah lapisan itu harus diberi ter atau bahan cat lainnya atau bahan isolasi yang cocok untuk itu. Dibawah lapisan –lapisan yang terdiri dari baja sepuhan harus dipergunakan lapisan alas dari Hearfilz yang diter.

Pada sambungan kulit papan kulit terjadi celah-celah antar sambungan yang perlu mendapat perhatian khusus, karena celah-celah tersebut sering menimbulkan kebocoran pada kapal. Untuk menghindari kebocoran pada kapal dapat dilakukan pengedapan celah antar sambungan yaitu dengan pemakalan dan pendempulan. Bahan pakal dapat dibuat dari kulit kayu gelam, kain wool, serat

manila maupun serat nilon. Proses pemakalam dilakukan pada saat kulit kayu tidak lagi mengalami perubahan bentuk. Proses pemakalan dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu pematik.



Gambar II.2 Penyumpalan sela-sela papan dengan tali gelam



Gambar II.3 Alat-alat untuk pemakalan



Adapun urutan proses pemakalan yang pertama adalah membuat atau memperbaiki celah antar sambungan sebagai tempat pemakalan. Mengoleskan cat pada sisi-sisi celah yang dipersiapkan tersebut. Kemudian memasukkan rajutan pakal ke dalam celah dan diadakan pemampatan dengan pahat pipih dan dipukul dengan palu. Memberi dempul pada sisa celah setelah pemakalan. Meratakan dempul dengan menggunakan sekrup atau pisau, sehingga permukaan dempul menjadi rata dengan permukaan kayu. (Sunaryo, Hery, 2000)

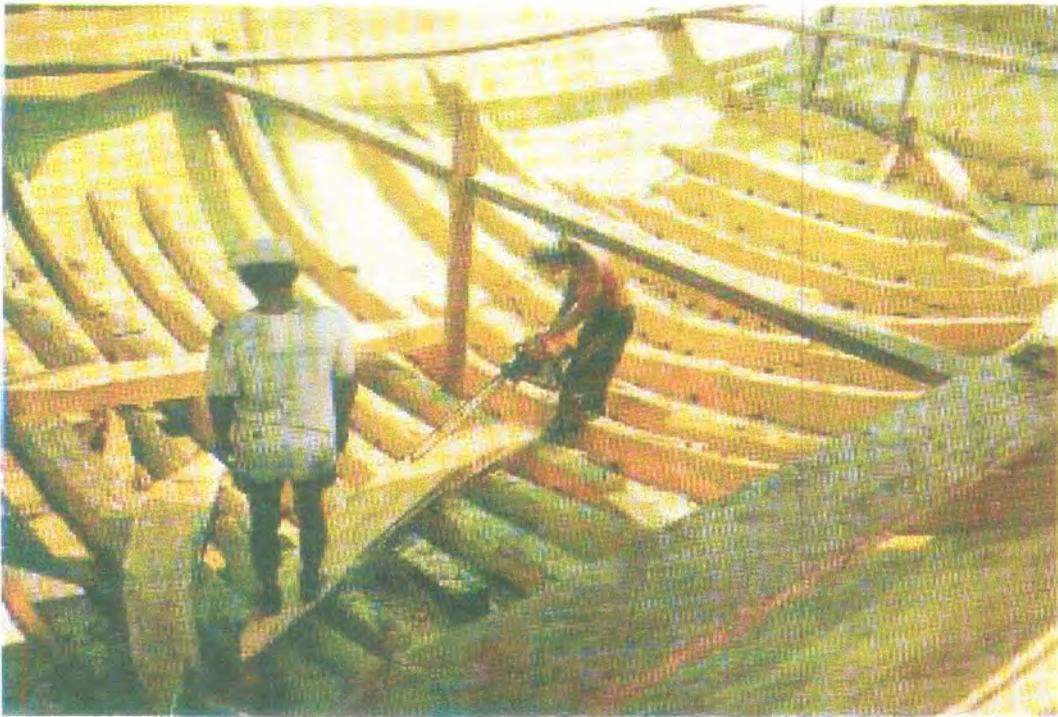
2.2.3 Sistem Konstruksi Lambung

2.2.3.1 Konstruksi Lambung Sistem Pantek

Sistem konstruksi lambung dengan menggunakan sistem pantek pada dasarnya menggunakan lembaran-lembaran papan yang ikatkan pada bagain gading. Kayu yang digunakan untuk sistem konstruksi pantek dipotong menjadi papan-papan. Seringkali beberapa papan yang dipaku dan kadang-kadang dilem antara satu dengan yang lain. Hanya beberapa bagian yang diikatkan pada gading. Dengan teknik ini *planking* (papan) memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap kekuatan lambung, dimana memungkinkan konstruksi kapal dibuat menjadi lebih sedikit dan lebih ringan. Dan hal lain yang menguntungkan adalah kebutuhan untuk mendempul lapisan luar bisa dieliminasi. Konstruksi lambung dengan sistem pantek sangat mudah dalam mengefairkannya dan dalam penyelesaiannya menjadi *smooth*.

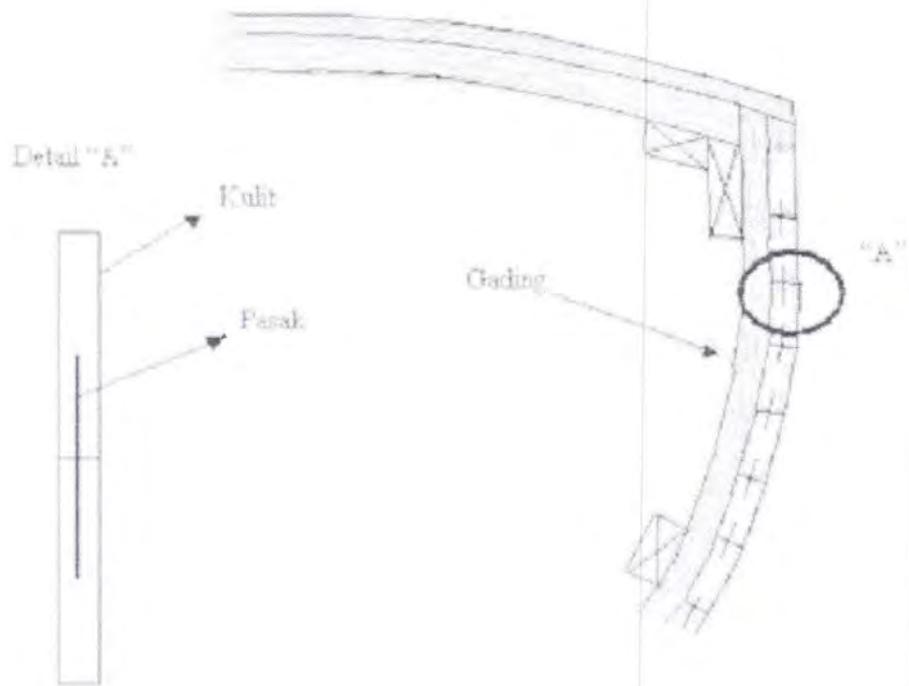
Cara pemasangan gading pada sistem konstruksi ini dilakukan setelah pemasangan kulit luar sudah selesai. Jadi jika pada sistem konstruksi yang lain

gading dipasang lebih dulu, kemudian dipasang kulit, maka dalam konstruksi sistem pantek adalah kebalikannya.



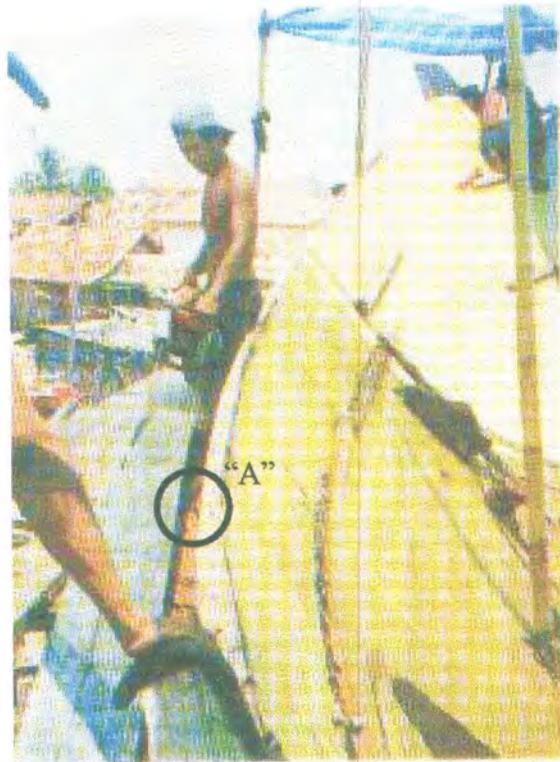
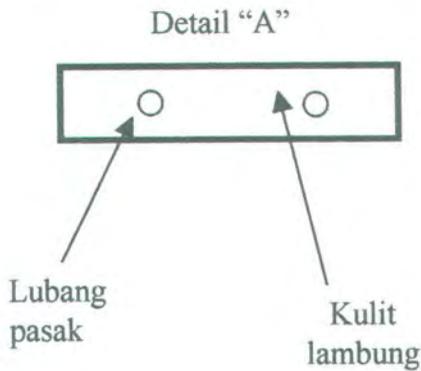
Gambar II.4 Pemasangan gading setelah kulit luar dipasang

Konstruksi kapal kayu dengan sistem ini untuk sambungan antara lembar papan-papan menggunakan pasak. Bagian tebal dari papan dilubangi dengan bor untuk tempat memasukkan pasak. Pasak yang digunakan bahannya dapat berasal dari kayu dan bisa juga dari bahan baja. Kayu yang digunakan sebagai bahan pasak biasanya adalah kayu pong yang mempunyai sifat khusus yaitu jika terkena air maka kayu akan mengembang sehingga kekuatan pengikatan pasak terhadap sambungan menjadi lebih kuat. Tetapi jenis kayu ini sudah jarang dan sulit untuk didapatkan.



Gambar II.5 Sistem konstruksi pantek

Dalam pembuatan kapal kayu dengan konstruksi sistem pantek sangat menyita waktu, khususnya untuk bagian-bagian yang melengkung. Dimana untuk bagian yang melengkung, lapisan kayu tersebut harus dibentuk dahulu. Hal itu terjadi karena pada bagian lambung yang melengkung yang bukan sambungan maka bagian itu akan lurus jika tidak dilengkungkan dahulu. Untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan dengan cara mempertemukan sambungan pada bagian yang melengkung, kemudian bagian tersebut dihaluskan sehingga tampak melengkung pada sambungan tersebut.

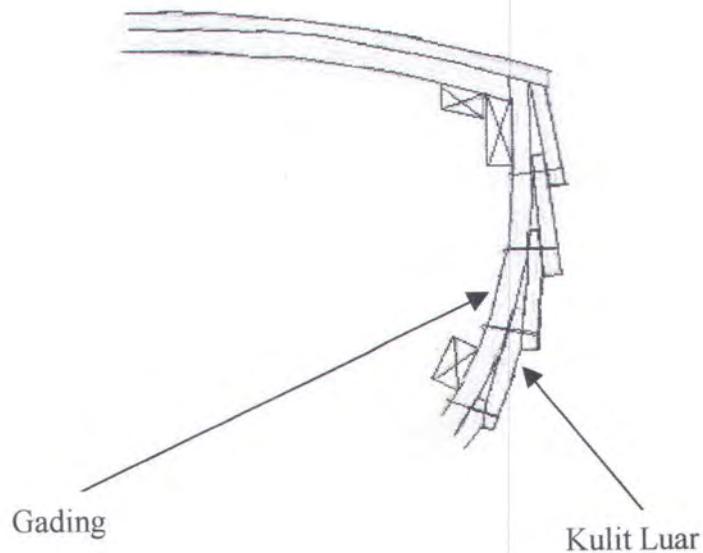


Gambar II.6 Bagian lambung dilubangi untuk tempat pasak

Dengan menggunakan konstruksi lambung sistem pantek, permukaan lambung yang dihasilkan menjadi lebih halus. Hal ini sangat menguntungkan karena dengan permukaan yang halus maka tahanan kapal dapat lebih kecil.

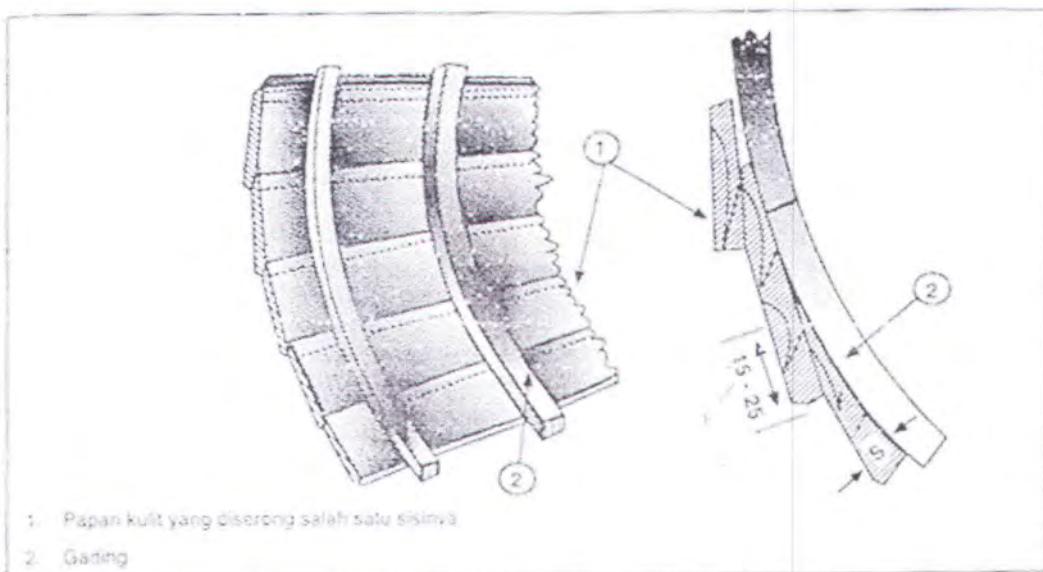
2.2.3.2 Konstruksi Lambung Sistem Overlapping

Konstruksi lambung dengan sistem overlapping, berbeda dengan sistem konstruksi lambung lainnya pada beberapa bagian. Papan yang digunakan cenderung cukup lebar dan tentu saja papan-papan tersebut mengoverlapping satu sama lain. Papan yang lebar pada pokoknya lebih tipis dari pada papan yang digunakan secara tradisional dan dikombinasikan dengan gading melengkung yang ringan. Sehingga lambung yang dibuat bukan saja indah untuk dilihat tetapi juga ringan dalam hal beratnya. (*Jim trefethen, 1999*)



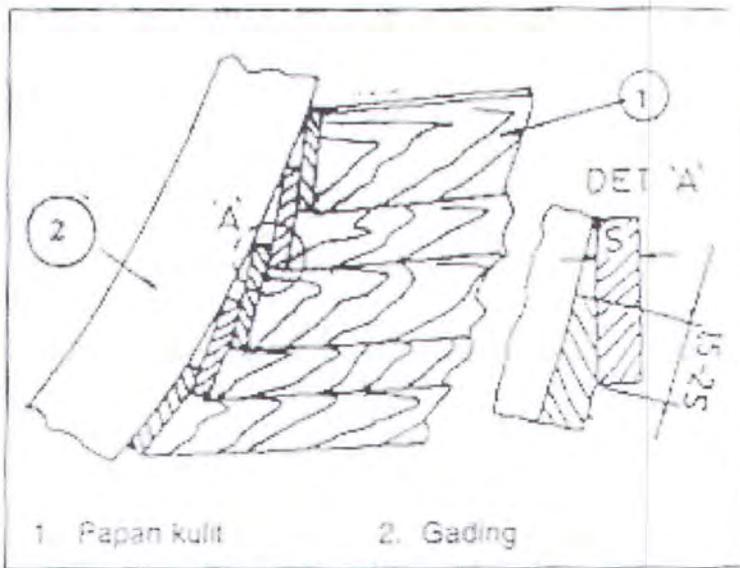
Gambar II.7 Sistem konstruksi overlapping

Pada bagian papan yang overlapping, dimana pada papan tersebut saling diikatkan mempunyai efek yang sama dalam hal kekuatannya dengan penguat (*stringer*), membuat lambung dengan sistem konstruksi overlapping kuat sekali untuk berat yang dimilikinya dibandingkan dengan sistem konstruksi tradisional yang lainnya .



Gambar II.8 Sambungan papan sistem overlapping

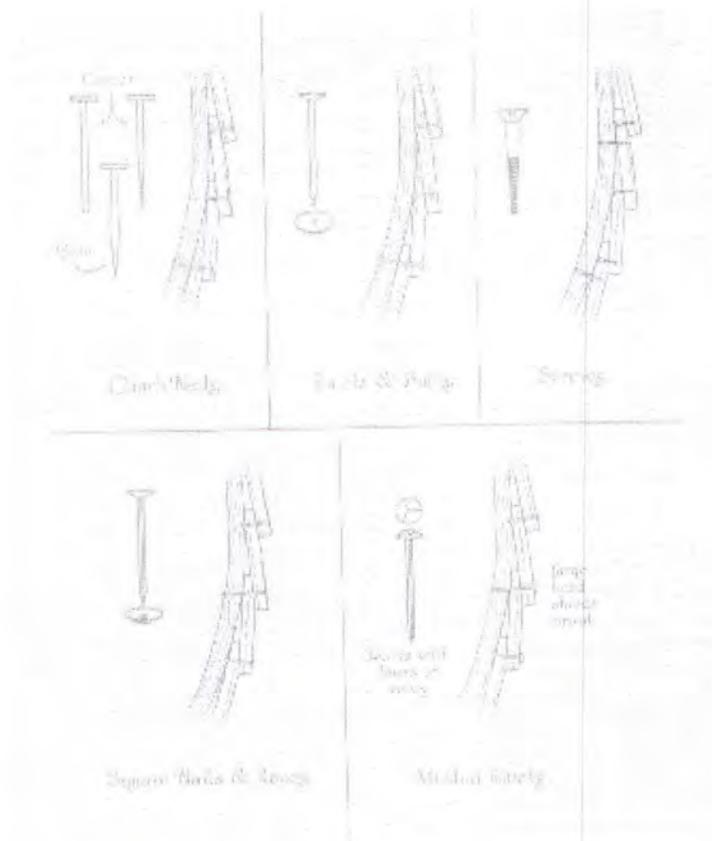
Kayu yang dipakai untuk bahan papan biasanya berasal dari kayu yang keras (*Hardwood*) seperti kayu mahoni. Walaupun pemakaian kayu yang lain juga dapat dilaksanakan. Pada galangan-galangan kapal kayu yang menggunakan sistem konstruksi overlapping sering menggunakan kayu sebagai bahan untuk papan kulit luarnya. Pada masing-masing ujung dari planking yang overlap, salah satu dari planking harus dibuatkan bevel agar kemiringannya dapat mengikuti kelengkungan dari gading. Jadi pada bagian ujung dari planking dibuat bentuk taper atau tirus dan tujuan dari hal ini adalah untuk mengurangi bagian yang terbuka dari sambungan.



Gambar II.9 Detail pada sambungan sistem overlapping

Papan-papan kulit luar pada sistem konstruksi overlapping, hanya sebagian saja yang diikatkan pada gading. Antara papan yang satu dengan papan yang lain saling diikatkan dengan menggunakan beberapa metode, yaitu dengan clinch nails, rivert & burrs, sekrup, square nails & roves, Mustad rivets dan lain-lain. Penggunaan masing-masing metode tersebut disesuaikan dengan kebutuhan.





Gambar II.10 Lima metode pengikatan planking sistem overlapping

Keuntungan yang didapat dengan menggunakan sistem konstruksi overlapping adalah selain bentuk yang indah juga berat dari konstruksi cukup ringan dan cocok untuk kapal-kapal kecil. Sedangkan kelemahan dari sistem konstruksi ini adalah permukaan lambung yang kasar akibat overlap antara papan-papan luar sehingga tahanan yang terjadi cukup besar. Selain itu juga efisiensi dari material untuk kulit luar rendah.

2.2.4 Pasak Papan Kulit Luar

Di samping alat-alat penyambung kayu seperti perekat, paku, sekrup, dan baut, terdapat alat-alat penyambung kayu yang kesemuanya dapat dianggap termasuk golongan pasak. Pada prinsipnya pasak adalah suatu benda yang



dimasukkan sebagian, pada bidang sambungan, dalam tiap bagian-bagian kayu yang disambung, untuk memindahkan beban dari bagian yang satu kebagian yang lain. Menurut pemasangannya pasak-pasak dapat dibagi dalam 3 macam sebagai berikut :

- a. Yang pada bidang sambungan dimasukkan ke dalam takikan-takikan di dalam bagian-bagian kayu yang disambung.
- b. Yang pada bidang sambungan dimasukkan didalam bagian-bagian kayu dengan cara dipress.
- c. Kombinasi dari kedua cara diatas.

Sedangkan menurut Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PPKI) yang disebut pasak ialah alat sambung yang dimasukkan kedalam takikan-takikan didalam kayu, dan yang dibebani tekanan dan geseran. Pasak hanya boleh dibuat dari kayu keras, besi atau baja. Jenis-jenis kayu yang dapat dipakai untuk pasak adalah : walikukun, penjalinan, bedaru, sonokeling, hiya, pong, bungur,lara, kosambi, bangkirai, simantok, belangeran, resak, laban, punak dan kulim. Pasak kayu keras yang mempunyai tampng persegi empat panjang, memasangnya harus sedemikian sehingga serat-seratnya terletak sejajar dengan serat-serat batang-batang kayu yang disambung. Jika didalam sambungan dipergunakan alat-alat penyambung yang khusus keluaran suatu perusahaan, baik perusahaan didalam maupun diluar negeri, maka harus menggunakan daftar kekuatan yang dikeluarkan oleh perusahaan yang bersangkutan atau oleh salah satu laboratorium yang resmi di Indonesia, segala aturan yang tercantum dalam daftar tersebut harus ditaati benar-benar.

Pasak yang digunakan pada kapal-kapal kayu, bahan yang digunakan dapat berasal dari kayu dan besi atau baja. Kayu yang digunakan adalah kayu pong. Kelebihan kayu jenis ini yaitu sifatnya yang jika terkena air maka kayu ini akan mengembang sehingga daya pengikatan pada sambungan tersebut menjadi lebih kuat. Dilapangan para pembuat kapal-kapal kayu lebih menyukai pasak dari kayu dari pada pasak dari baja.



Gambar II.11 Pembuatan pasak untuk kapal kayu

Kelebihan lain dari pasak kayu adalah sifatnya yang lebih tahan korosi dari pada menggunakan pasak baja. Tetapi untuk mendapatkan kayu pong sebagai bahan pasak mengalami cukup kesulitan. Selain kayunya yang sudah hampir punah juga hanya di beberapa daerah tertentu saja yang tumbuh pohon jenis ini. Dengan semakin langkanya kayu pong menyebabkan harga pasak kayu dari bahan

kayu pong lebih mahal dibandingkan dengan harga pasak dari bahan besi atau baja.

Perbandingan antara lubang pasak dengan pasak juga berpengaruh terhadap suatu ikatan antara bagian yang disambung. Semakin kecil lubang pasak maka ikatan yang terjadi akan sangat kuat dan pasak sulit untuk dilepaskan. Dan semakin besar lubang pasak maka ikatan yang terjadi juga semakin lemah dan untuk melepaskannya juga mudah. Jadi perbandingan antara lubang pasak dan diameter pasak harus seimbang.



Gambar II.12 Pasak silinder untuk papan pada lambung

Pasak yang digunakan pada kapal kayu, khususnya pada konstruksi lambung bentuknya adalah silinder. Bekerjanya pasak jenis ini yaitu dibebani dengan desakan dan geseran. Pasak ini dimasukkan pada bagian papan lambung yang dilubangi.

2.2.5 Sekrup Pada Papan Kulit Luar

Bahan pengikat merupakan media pengikat yang menghubungkan komponen-komponen kapal menjadi bentuk sambungan secara kuat. Untuk dapat mengimbangi kekuatan konstruksi perlu mendapatkan dukungan pengikatan yang baik. Untuk bahan pengikat yang digunakan selain berpengaruh terhadap kekuatan

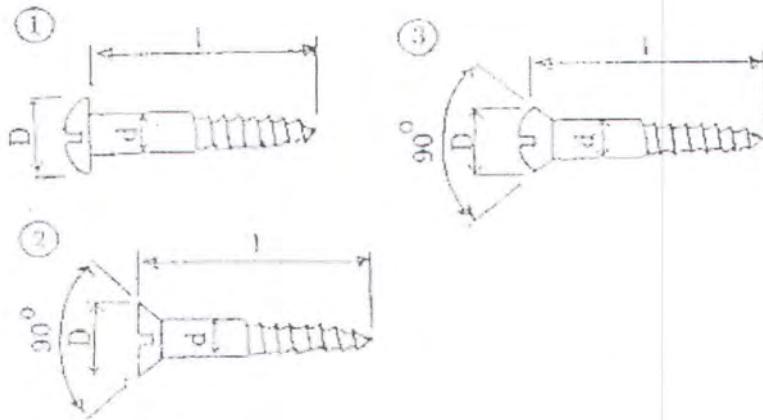


juga akan berpengaruh pada umur suatu ikatan yang terjadi. Semua pengikatan harus mengikuti ukuran yang ditentukan oleh perencana. Yang termasuk bahan pengikat disini adalah sekrup, baut, paku, drift tau keling. Sebelum pekerjaan pengikatan dilaksanakan, terlebih dahulu material kayu harus dibor, sehingga memudahkan proses pengikatan.

Seperti telah dijelaskan diatas, dalam sistem konstruksi lambung dengan sistem overlapping, cara yang digunakan untuk mengikat sambungan dapat digunakan dengan beberapa cara. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan sekrup. Sekrup ini dipasang pada bagian yang saling mengoverlapping dan juga untuk mengikat antara gading dengan papan kulit luar.

Sekrup yang digunakan untuk mengikat terdapat berbagai macam tipe yaitu flat head, sloted head, oval head lag screw dll. Sekrup flat head banyak digunakan pada pengikatan-pangikatan dalam pembuatan kapal kayu. Bagian-bagian yang disekrup antara lain papan kulit luar (*Planking*) dengan gading dan bagian-bagian lain. Sekrup-sekrup tersebut terbuat dari bermacam-macam bahan seperti besi yang digalvanis, brass, atau perunggu dan juga diproduksi dari monel dan stainless stell. Pemakain dari sekrup tersebut disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan.

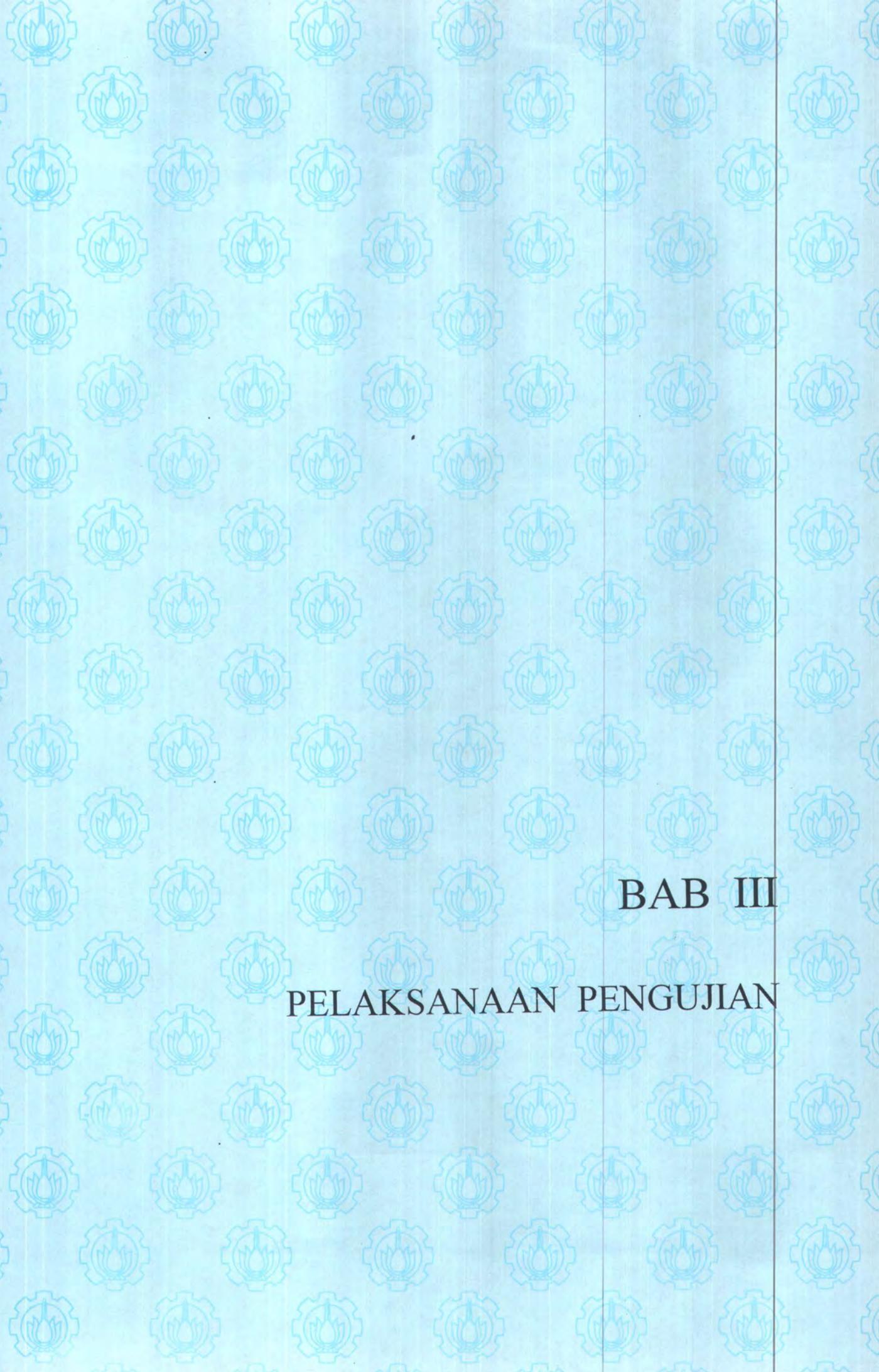
Sekrup merupakan media pengikat yang mempunyai tahap pengikatan (*holding power*) yang baik. Dari semua jenis sekrup tersebut harus dapat digunakan sebagai bahan pengikat dengan mudah. Harus cukup kuat dan tahan lama serta tidak mudah berkarat.



1. Sekrup kepala bulat
 2. Sekrup kepala pipih
 3. Sekrup kepala oval
- d = Diameter sekrup

Gambar II.13 Macam-macam type sekrup

Ukuran dari sekrup yang digunakan tergantung dari tebal papan yang dipakai. Tetapi untuk kayu yang keras juga berpengaruh pada pemilihan type dari sekrup yang akan dipakai.



BAB III

PELAKSANAAN PENGUJIAN



BAB III

PELAKSANAAN PENGUJIAN

3.1 MATERIAL PERCOBAAN

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah bahan yang berasal dari kayu. Hal di karenakan maksud dari pengujian ini untuk menguji perbandingan kekuatan sistem konstruksi pada kapal kayu. Secara khusus bagian yang kapal yang diuji adalah pada konstruksi lambung. Langkah pembuatan sampel disesuaikan dengan kayu yang digunakan dilapangan. Dengan demikian dalam pengujian nanti tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut.

Kayu yang digunakan berupa papan-papan atau dalam konstruksi kapal disebut *planking*. Dalam pemilihan bahan benda uji ini, dipilih kayu-kayu yang biasa digunakan pada kapal-kapal kayu. Kayu-kayu tersebut antara lain bengkirai, ulin, kamper, jati dan lain-lain. Untuk pembuatan benda uji ini dipilih kayu bengkireh. Alasan pemilihan kayu ini adalah jenis kayu ini sering digunakan pembuatan kapal kayu khususnya untuk kulit luarnya. Selain ini jenis kayu bengkireh mudah didapat dipasaran dan harganya terjangkau.

Sifat-sifat dari kayu bengkireh ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Jenis Kayu	Kelas awet	Kelas kuat	Susut	Berat jenis kering udara (gr/cm ³)		
				Min	Max	Rata-rata
Bengkireh	I - II	I - II	b*	0,60	1,16	0,91



Klasifikasi dari sifat-sifat kayu menurut K.H Felix dalam buku Konstruksi Kayu adalah sebagai berikut :

Kelas	Berat jenis udara kering	Kukuh lentur mutlak	Kukuh tekanan mutlak	Keawetan berhubungan dengan kelembaban
I	$\geq 0,90$	≥ 1100	≥ 650	8 th
II	0,90 – 0,6	1100 - 725	650 - 425	5 th

Klasifikasi kelas susut * :

- a : sedikit
- b : sedang
- c : besar

3.2 PEMBUATAN SPESIMEN UJI BENDING

Dalam pengujian untuk tugas akhir ini masing-masing sistem konstruksi dibuat 4 buah benda uji. Alasan benda uji dibuat 4 buah karena jika ada kerusakan salah satu benda uji maka masih tersisa 3 dan hasilnya masih dapat dirata-rata. Secara teoritis semakin banyak benda uji maka hasil pengujian yang didapatkan semakin baik. Tetapi karena faktor biaya dan faktor waktu maka tidak memungkinkan untuk membuat benda uji yang banyak.

Ukuran lebar dan tebal disesuaikan dengan bentuk papan yang digunakan dikapal dan panjangnya disesuaikan dengan kebutuhan. Alasan demikianlah yang menyebabkan kita mengadakan pengujian yang sesederhana mungkin.



3.2.1 Spesimen Sistem Konstruksi Overlapping

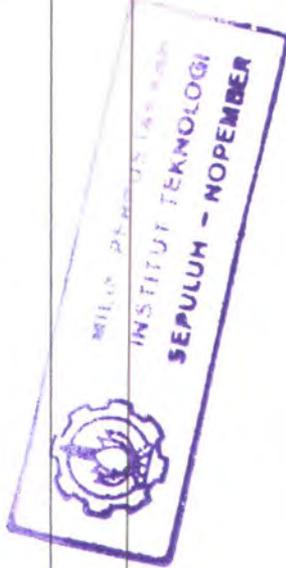
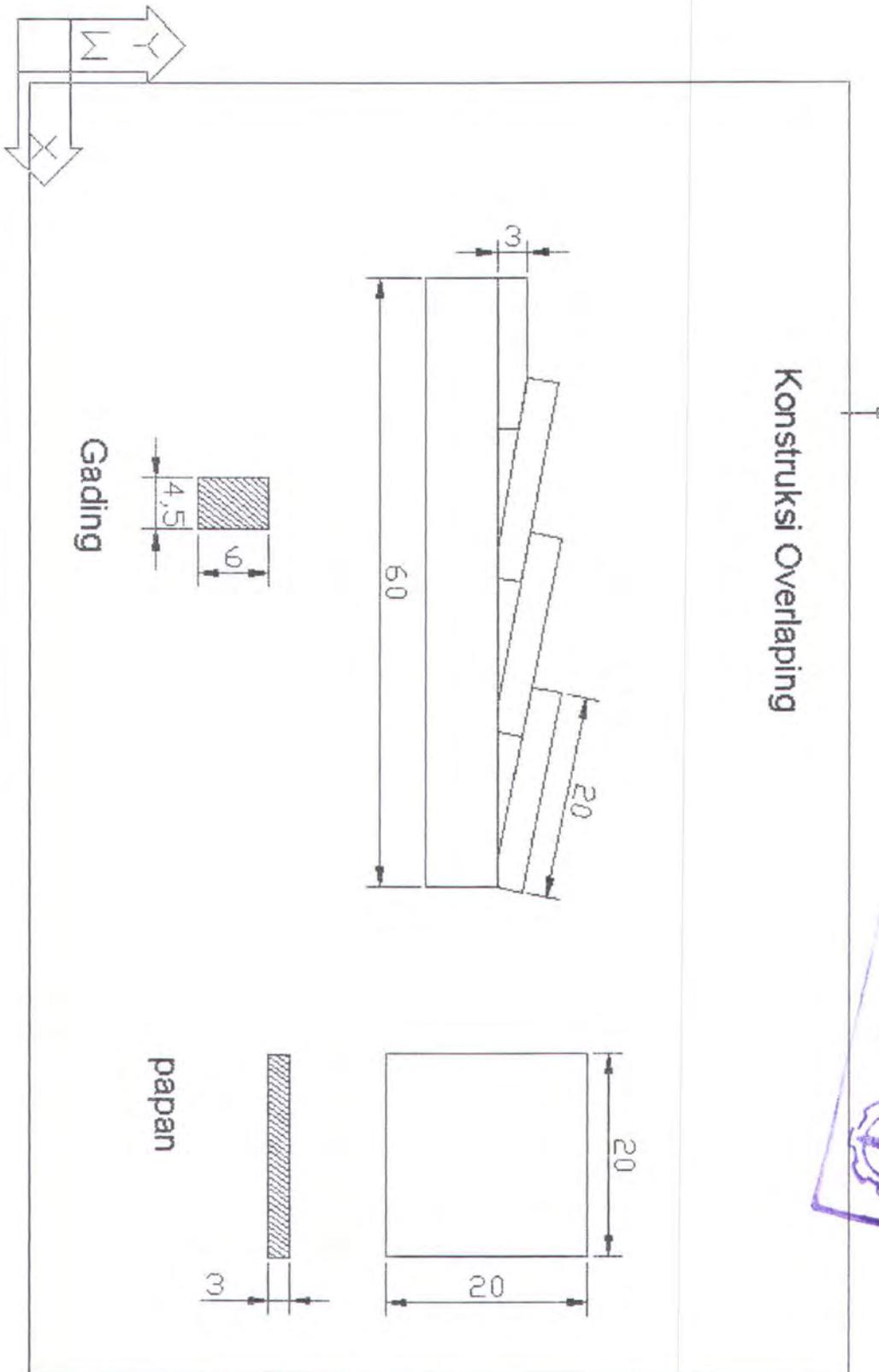
Sistem konstruksi overlapping terdiri dari papan-papan yang dirangkai sehingga ada bagian-bagian yang saling mengoverlap satu sama lain. Lebar dari papan disesuaikan dengan kondisi dilapangan yaitu diambil 20 cm. Sedangkan panjangnya diambil 20 cm. Ketebalan dari papan diambil 3 cm.

Langkah-langkah pembuatan benda uji untuk sistem konstruksi overlapping adalah sebagai berikut :

1. Papan kayu dan balok yang akan digunakan sebagai spesimen dibersihkan dan dihaluskan permukaannya dengan mesin penghalus kayu.
2. Papan yang sudah dihaluskan dipotong-potong dengan ukuran panjang 20 cm dan lebar 20 cm.
3. Sedangkan balok yang digunakan sebagai gading dipotong dengan ukuran panjang 60 cm dan lebar 4,5 cm dengan tinggi 6 cm
4. Beberapa bagian dari papan ditruskan dan tujuan dari hal ini adalah untuk mengurangi bagian yang terbuka dari sambungan.
5. Papan-papan tersebut kemudian dirangkai pada balok dan untuk cara pengikatannya dengan menggunakan sekrup.

Ukuran dari sekrup-sekrup tersebut adalah :

Sekrup pada papan		Sekrup pada gading	
Screw length	: 1 ½" (3,8 Cm)	Screw length	: 3" (7,62 Cm)
Screw diameter	: 1 Cm (M10)	Screw diameter	: 1,2 Cm (M12)



Gambar III.1 Benda uji sistem konstruksi overlapping



3.2.2 Spesimen Sistem Konstruksi Pantek

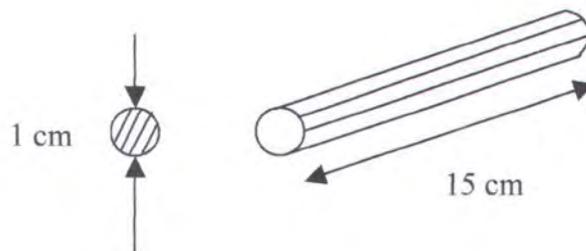
Sistem konstruksi pantek terdiri dari papan-papan yang disambung pada bagian sisi yang ketebalannya. Berbeda dengan sistem konstruksi overlapping, pada sistem konstruksi pantek ini tidak ada bagian yang saling mengoverlapping satu sama lainnya. Lebar papan yang digunakan disesuaikan dengan kondisi lapangan yaitu 20 cm dengan ketebalan 3 cm. Panjang papan disesuaikan dengan kebutuhan yaitu diambil 20 cm.

Langkah-langkah pembuatan benda uji untuk sistem konstruksi Pantek adalah sebagai berikut :

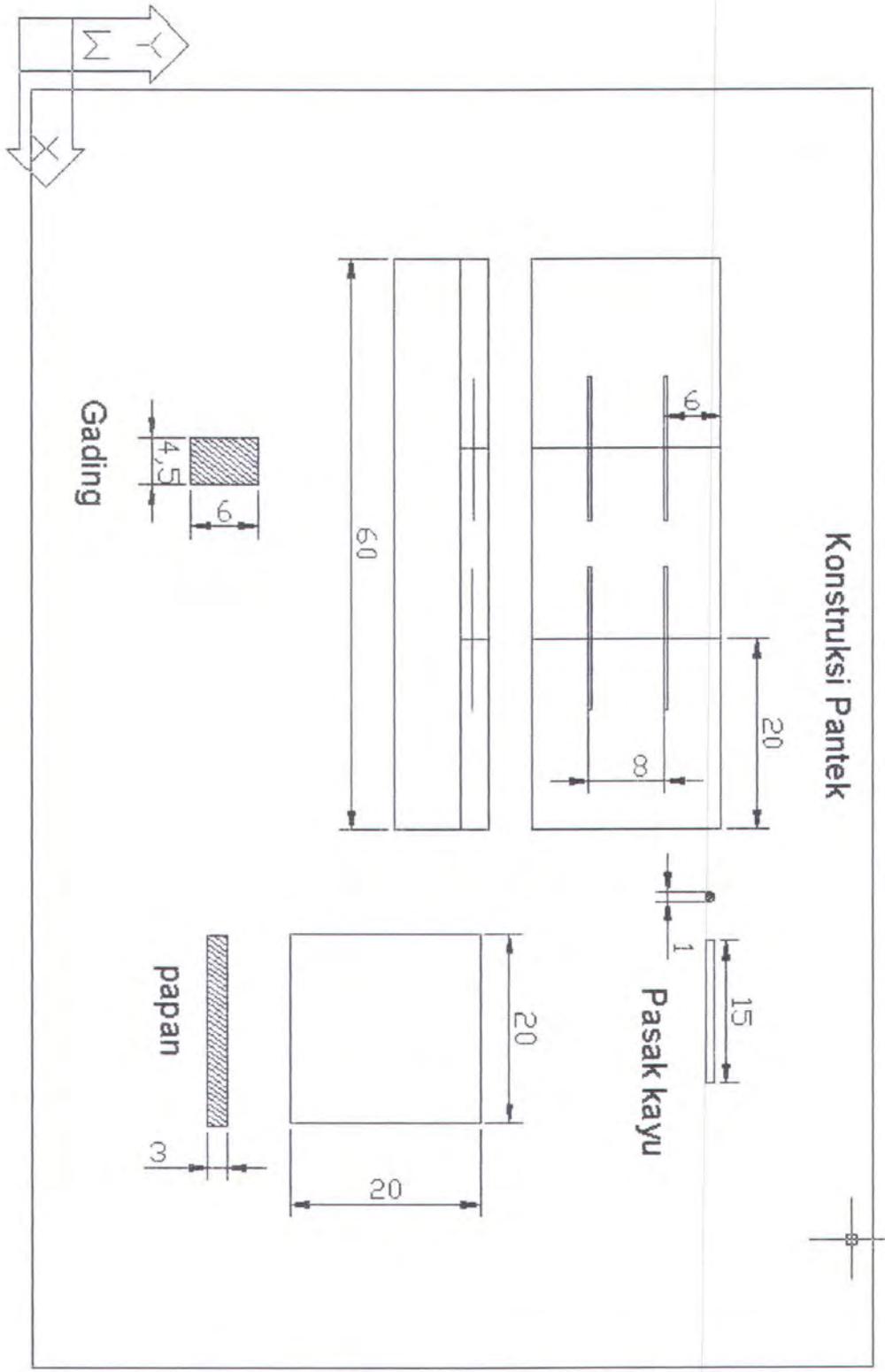
1. Papan kayu dan balok yang akan digunakan sebagai spesimen dibersihkan dan dihaluskan permukaannya dengan mesin penghalus kayu.
2. Papan yang sudah dihaluskan dipotong-potong dengan ukuran panjang 20 cm dan lebar 20 cm.
3. Sedangkan balok yang digunakan sebagai gading dipotong dengan ukuran panjang 60 cm dan lebar 4,5 cm dengan tinggi 6 cm.
4. Pada bagian sisi dari papan tersebut di lubangi dengan diameter 1 cm sebagai lubang pasak.
5. Papan-papan tersebut kemudian disambung antara satu dengan yang lain dengan menggunakan pasak. Jumlah papan yang disambung sebanyak 3 buah.
6. Papan-papan yang sudah disambung dipasang pada balok dan untuk pengikatannya menggunakan sekrup. Sekrup yang digunakan sama seperti pada sistem konstruksi overlapping.

Langkah-Langkah pembuatan pasak untuk sistem konstruksi pantek adalah sebagai berikut :

1. Kayu pong dipotong dengan panjang 15 cm dengan menggunakan gergaji.
2. Kayu yang sudah dipotong dibelah menjadi beberapa bagian .
3. Kayu-kayu tersebut kemudian dibentuk menjadi bulat dengan ukuran panjang 15 cm dan diameter 1 cm.
4. Pasak tersebut kemudian dihaluskan dengan pisau.



Gambar III.2 Pasak dari kayu pong



Gambar III.3 benda uji sistem konstruksi pantek



3.3 PENENTUAN BEBAN

Beban yang diberikan dalam pengujian bending ini adalah secara bertingkat (*incremental*). Pada waktu pembebanan awal beban diberikan sebesar 1,5 KN. Hal ini dimaksudkan agar deformasi yang terjadi pada benda uji dapat terlihat. Jika diberikan beban yang terlalu kecil maka deformasi yang terjadi akan kecil sekali dan sulit untuk melakukan pengukuran. Setelah diberikan beban yang pertama kemudian beban itu dilepaskan. Setelah itu beban ditambah lagi menjadi lebih besar dengan kelipatan 1,5 KN dan seterusnya sampai benda uji mengalami kerusakan.

3.4 PENGUJIAN

Dalam tugas akhir ini jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian bending. Alasan dilakukan pengujian bending adalah asumsi bahwa pada saat kapal berlayar lambung kapal mendapat beban tegak lurus. Pengujian dilakukan dengan beban tegak lurus pada papan dengan arah melebar. Sedangkan bending momen (momen lengkung) yang diterima kapal adalah lengkungan kearah memanjang dan momen lengkung untuk kapal keseluruhan akan dibandingkan dengan tegangan bending dari spesimen kedua sistem konstruksi. Setelah semua hal persiapan telah selesai maka pengujian siap dilaksanakan. Pengujian dilakukan pada masing-masing benda uji sistem overlapping dan sistem pantek.

3.4.1 Pengujian Sistem Konstruksi Overlapping.

Pada pengujian bending sistem konstruksi overlapping ini akan didapatkan data mengenai deformasi yang terjadi pada benda uji. Adapun jenis deformasi



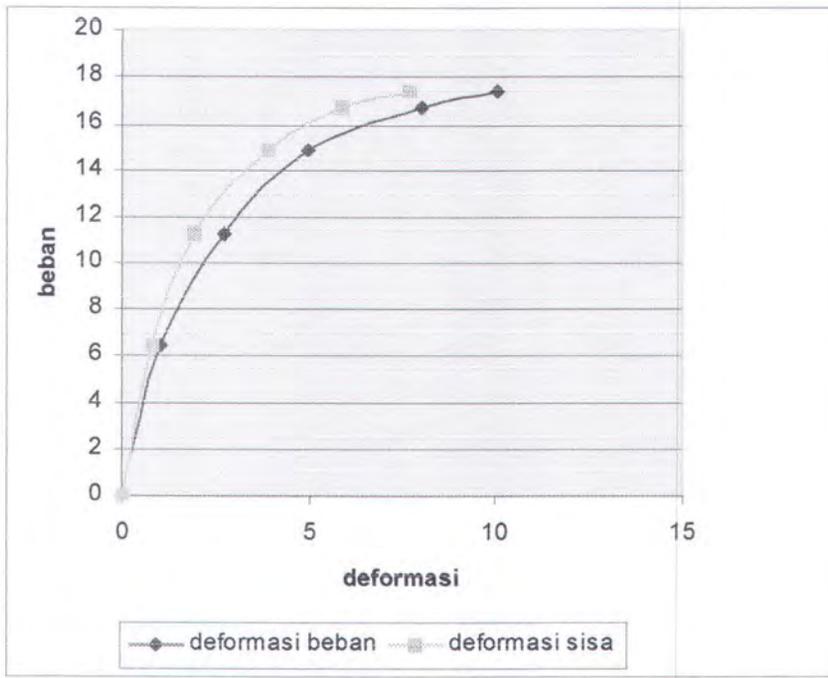
yang terjadi ada dua macam yaitu deformasi beban dan deformasi sisa. Deformasi beban diukur pada saat benda uji diberi beban kemudian diukur deformasinya. Sedangkan deformasi sisa diukur pada saat beban dilepaskan kemudian diukur deformasi yang terjadi.

Setelah semua persiapan telah selesai maka pengujian siap dilaksanakan.

Adapun kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan material meliputi dimensi dan no spesimen.
2. Memeriksa mesin uji bending apakah sudah siap untuk digunakan.
3. Menghidupkan mesin uji bending.
4. Memasang spesimen pada mesin uji bending
5. Mengatur beban sesuai dengan rencana dan nilai beban dapat dilihat pada indikator.
6. Selama proses pembebanan diukur besarnya deformasi yang terjadi dengan menggunakan *dial gauge*.
7. Beban dilepaskan kemudian diukur deformasi sisa yang terjadi pada spesimen.
8. Beban dinaikkan menjadi lebih besar sesuai dengan rencana dan selama proses pembeban diukur besarnya deformasi yang terjadi.
9. Beban dilepaskan dan diukur deformasi sisa pada spesimen.
10. Hal diatas diulang sampai spesimen mengalami kerusakan
11. Pengujian diteruskan pada spesimen selanjutnya sampai habis.

Secara teoritis grafik dari hasil pengujian diatas yaitu deformasi beban dan deformasi sisa adalah seperti gambar dibawah ini :



Grafik III.1 deformasi pada sistem konstruksi overlapping

3.4.2 Pengujian Sistem Konstruksi Pantek.

Pada pengujian bending sistem konstruksi pantek ini akan didapatkan data mengenai deformasi yang terjadi pada benda uji. Adapun jenis deformasi yang terjadi ada dua macam yaitu deformasi beban dan deformasi sisa. Deformasi beban diukur pada saat benda uji diberi beban kemudian diukur deformasinya. Sedangkan deformasi sisa diukur pada saat beban dilepaskan kemudian diukur deformasi yang terjadi.

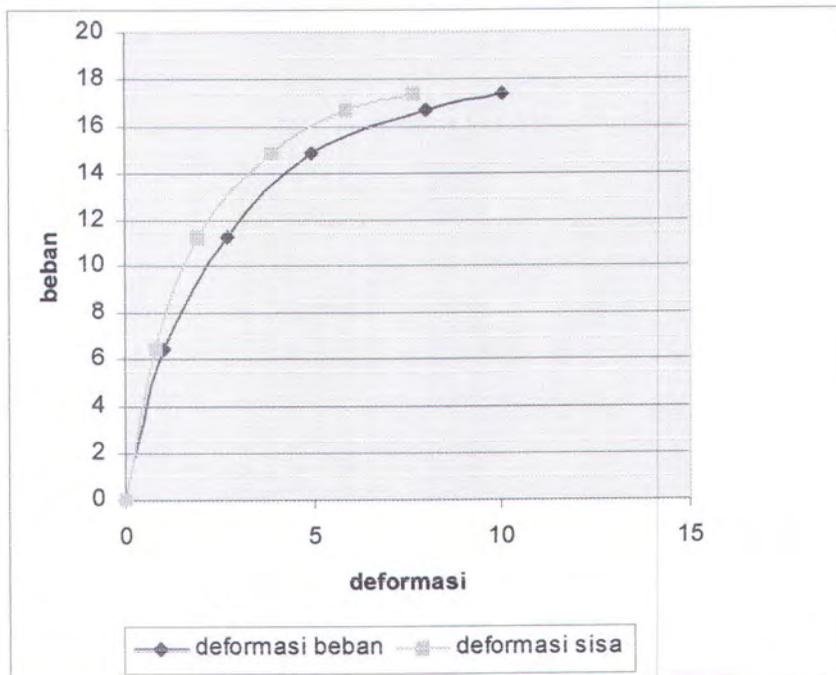


Setelah semua persiapan telah selesai maka pengujian siap dilaksanakan.

Adapun kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

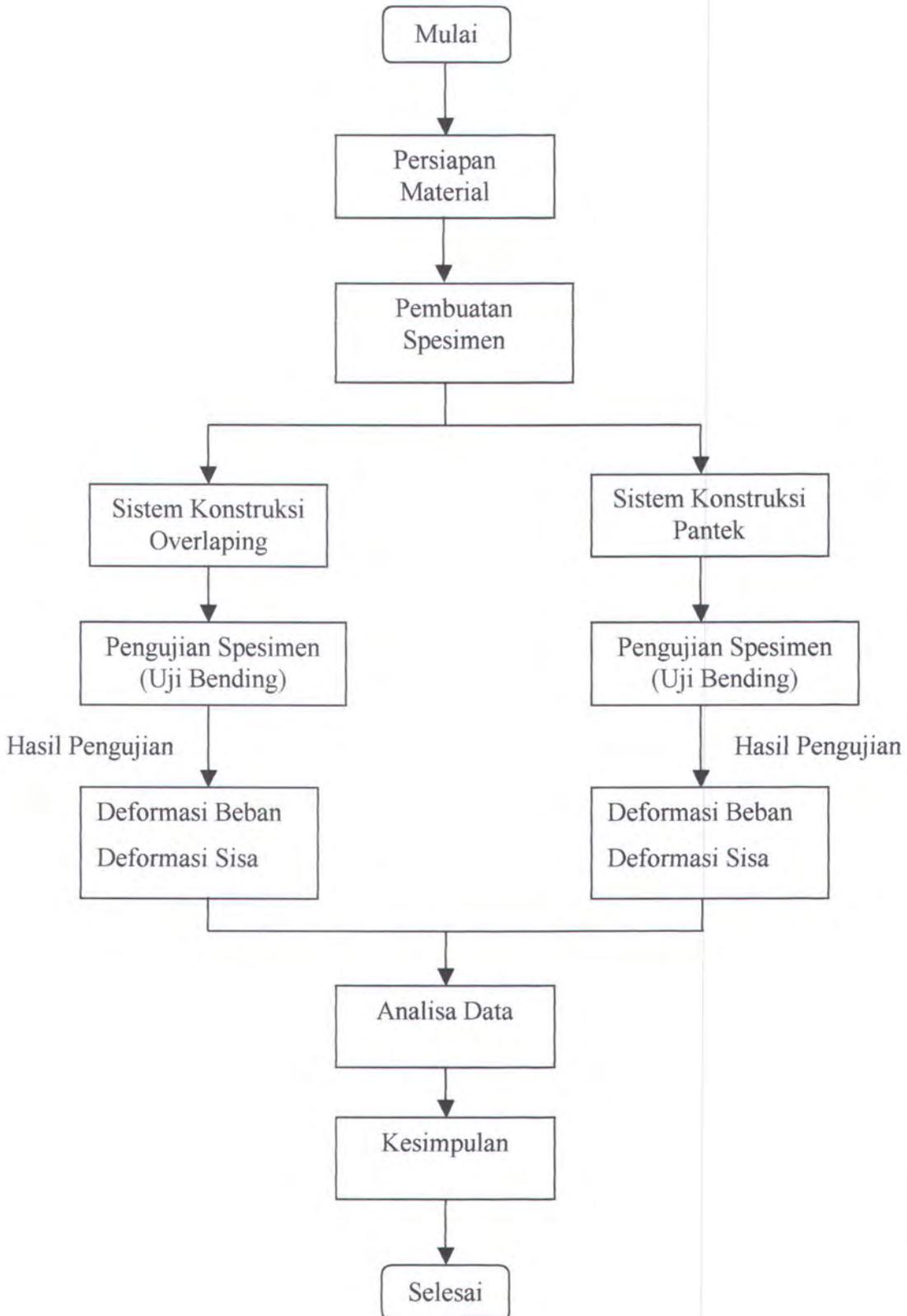
1. Pemeriksaan material meliputi dimensi dan no spesimen.
2. Memeriksa mesin uji bending apakah sudah siap untuk digunakan.
3. Menghidupkan mesin uji bending.
4. Memasang spesimen pada mesin uji bending
5. Mengatur beban sesuai dengan rencana dan nilai beban dapat dilihat pada indikator.
6. Selama proses pembebanan diukur besarnya deformasi yang terjadi.
7. Beban dilepaskan kemudian diukur deformasi sisa yang terjadi pada spesimen.
8. Beban dinaikkan menjadi lebih besar sesuai dengan rencana dan selama proses pembeban diukur besarnya deformasi.
9. Beban dilepaskan dan diukur deformasi sisa pada spesimen.
10. Hal diatas diulang sampai spesimen mengalami kerusakan
11. Pengujian diteruskan pada spesimen selanjutnya sampai habis.

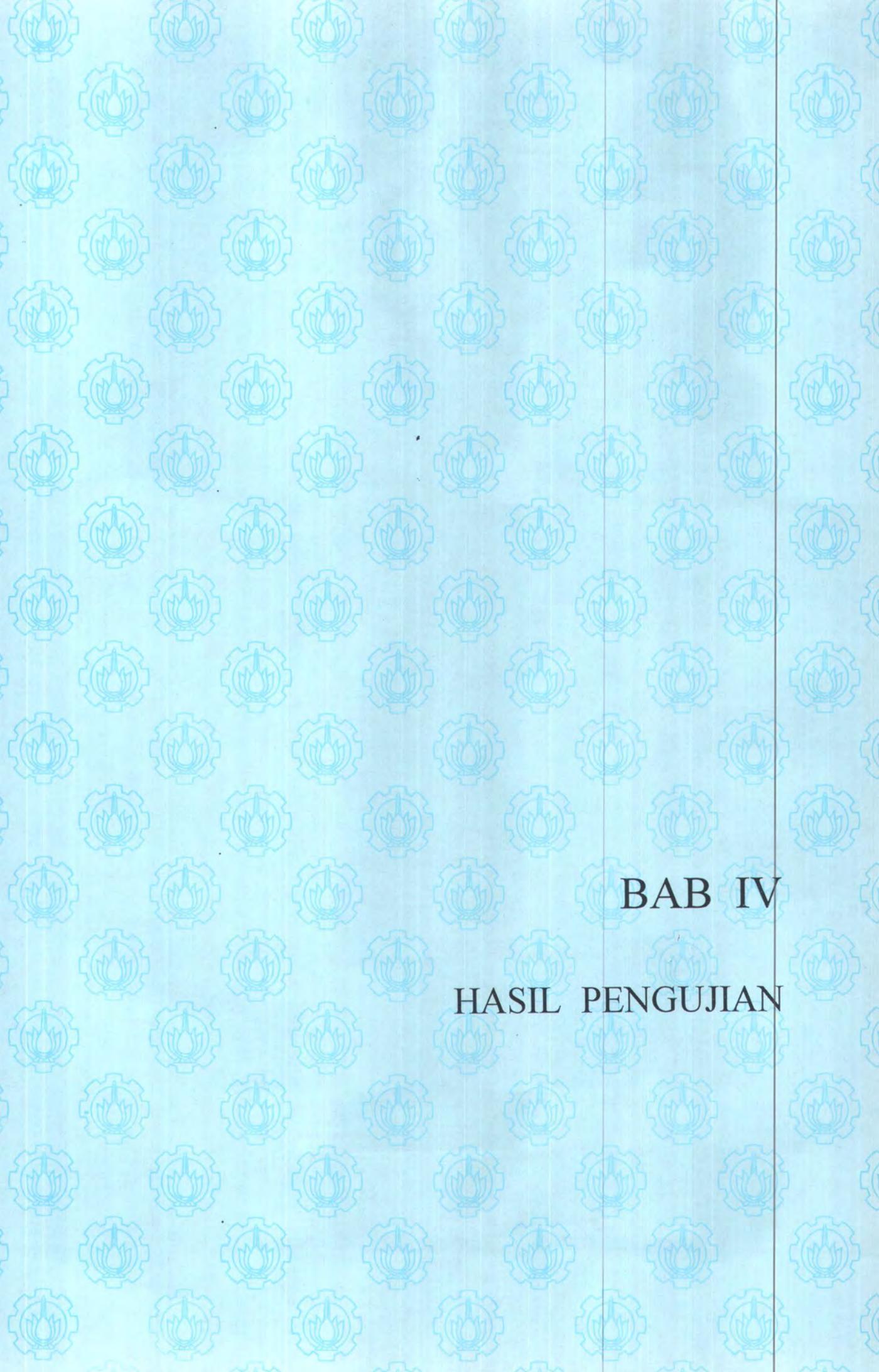
Secara teoritis grafik dari hasil pengujian diatas yaitu deformasi beban dan deformasi sisa adalah seperti gambar dibawah ini :



Grafik III.2 deformasi pada sistem konstruksi pantek

3.5 FLOWCHART PENGUJIAN





BAB IV

HASIL PENGUJIAN



BAB IV

HASIL PENGUJIAN

4.1 TINJAUAN STATISTIK HASIL PENGUJIAN

Grafik yang dihasilkan dari hasil pengujian tidak semua bentuknya sesuai dengan yang diharapkan. Hal itu terjadi dimungkinkan karena adanya kekurangan telitian dalam membaca pada alat pengukur yang digunakan. Untuk mengatasi hal itu maka grafik hasil pengujian diregresi dengan polinomial pangkat 3.

Dengan adanya regresi polinomial pangkat 3 maka grafik yang dihasilkan menjadi lebih baik. Dari grafik regresi ini juga dihitung besarnya harga r yaitu koefisien korelasi (*correlation coefficient*), yang menggambarkan sampai seberapa jauh grafik regresi mampu menjelaskan data-data yang masih dalam keraguan atau kurang jelas. Semakin mendekati angka 1 maka harga r tersebut semakin baik. Untuk menghitung besarnya r dari grafik regresi polinomial pangkat 3 dilakukan perhitungan dengan cara seperti dijelaskan dibawah ini.

Persamaan regresi polinomial pangkat tertentu (m) yang digunakan dalam suatu grafik adalah seperti dibawah ini :

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx_m + e \quad (4.1)$$

untuk mencari koefisien yang tidak diketahui dalam persamaan regresi polinomial dengan menggunakan persamaan seperti dibawah ini :

$$a_0n + a_1\sum xi + a_2\sum xi^2 + \dots + a_m\sum xi^m = \sum yi \quad (4.2)$$

$$a_0 \sum xi + a_1\sum xi^2 + a_2\sum xi^3 + \dots + a_m\sum xi^{m+1} = \sum xiyi \quad (4.3)$$



$$a_0 \sum x_i^2 + a_1 \sum x_i^3 + a_2 \sum x_i^4 + \dots + a_m \sum x_i^{m+2} = \sum x_i^2 y_i \quad (4.4)$$

$$a_0 \sum x_i^m + a_1 \sum x_i^{m+1} + a_2 \sum x_i^{m+2} + \dots + a_m \sum x_i^{2m} = \sum x_i^m y_i \quad (4.5)$$

harga-harga koefisien yang sudah diketahui dari persamaan 4.2 sampai dengan 4.5 diatas kemudian dimasukkan pada persamaan 4.1 dan dibuatkan tabel seperti dibawah ini :

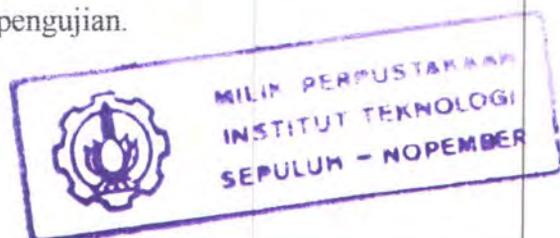
no	x_i	y_i	$(y_i - \bar{y})^2$	$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_m x_m + e$
Σ				

$$r^2 = \frac{St - Sr}{St}$$

dari nilai r^2 (coefficient of determination) kemudian dapat ditentukan harga dari r (coefficient correlation).

4.2 HASIL PENGUJIAN SISTEM OVERLAPING

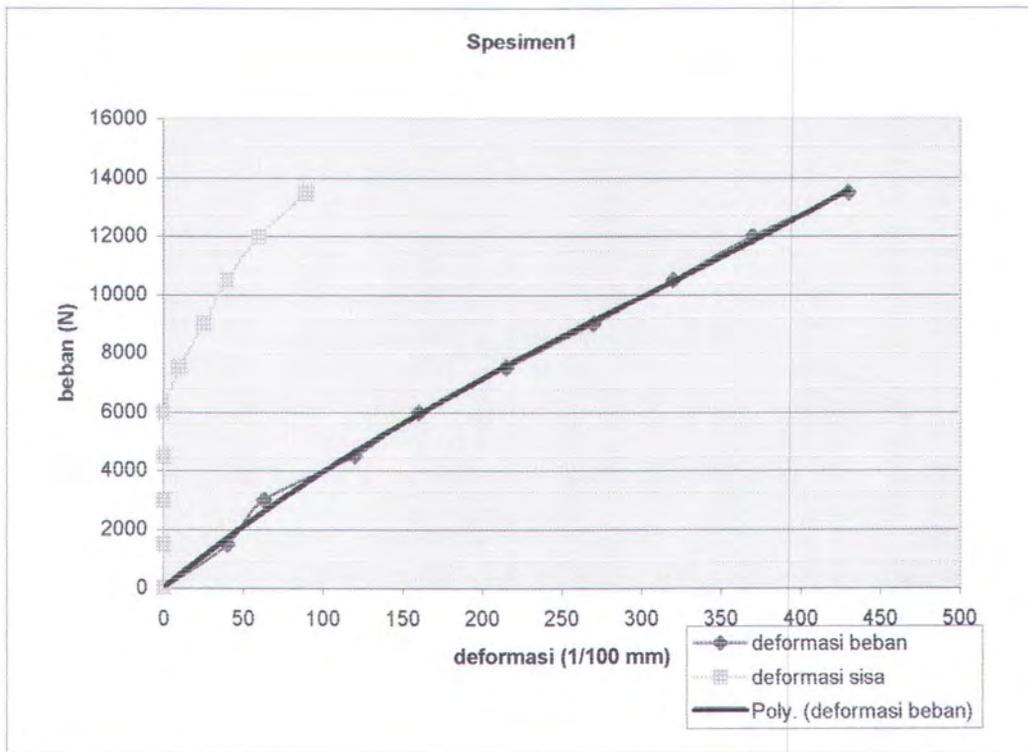
Setelah dilakukan pengujian bending pada spesimen konstruksi sistem overlapping didapatkan besarnya deformasi beban dan deformasi sisa. Jumlah spesimen yang diuji berjumlah 4 buah. Pengukuran besarnya deformasi dilakukan dengan menggunakan *dial gauge*. Data hasil pengujian tersebut dimasukkan dalam tabel-tabel dibawah ini dan dibuat grafiknya. Grafik tersebut meliputi grafik antara besarnya deformasi beban dengan beban pada pengujian dan grafik antara deformasi sisa dengan beban pada pengujian.





No spesimen : 1

beban (N)	deformasi beban	deformasi sisa
0	0	0
1500	40	0
3000	63	0
4500	120	0
6000	160	0
7500	215	10
9000	270	25
10500	320	40
12000	370	60
13500	430	90
15000	rusak	
16500		



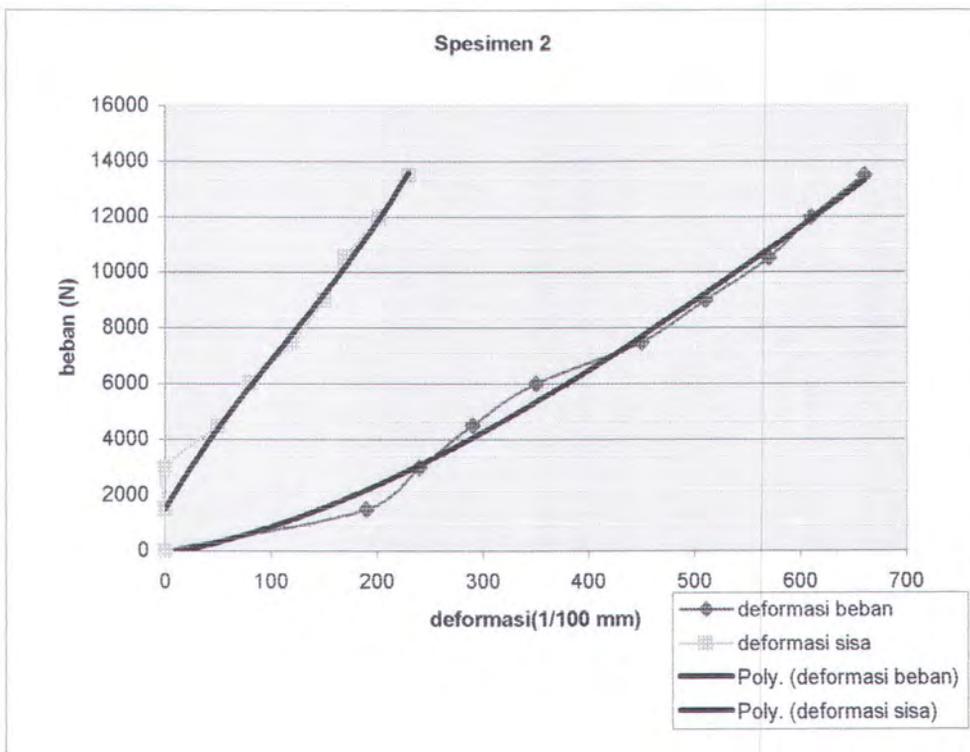
Grafik IV.1 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 1

Harga r untuk regresi deformasi beban adalah = 0,9992



No spesimen : 2

beban (N)	deformasi beban	deformasi sisa
0	0	0
1500	190	0
3000	240	0
4500	290	50
6000	350	80
7500	450	120
9000	510	150
10500	570	170
12000	610	202
13500	660	230
15000	Rusak	
16500		



Grafik IV.2 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 2

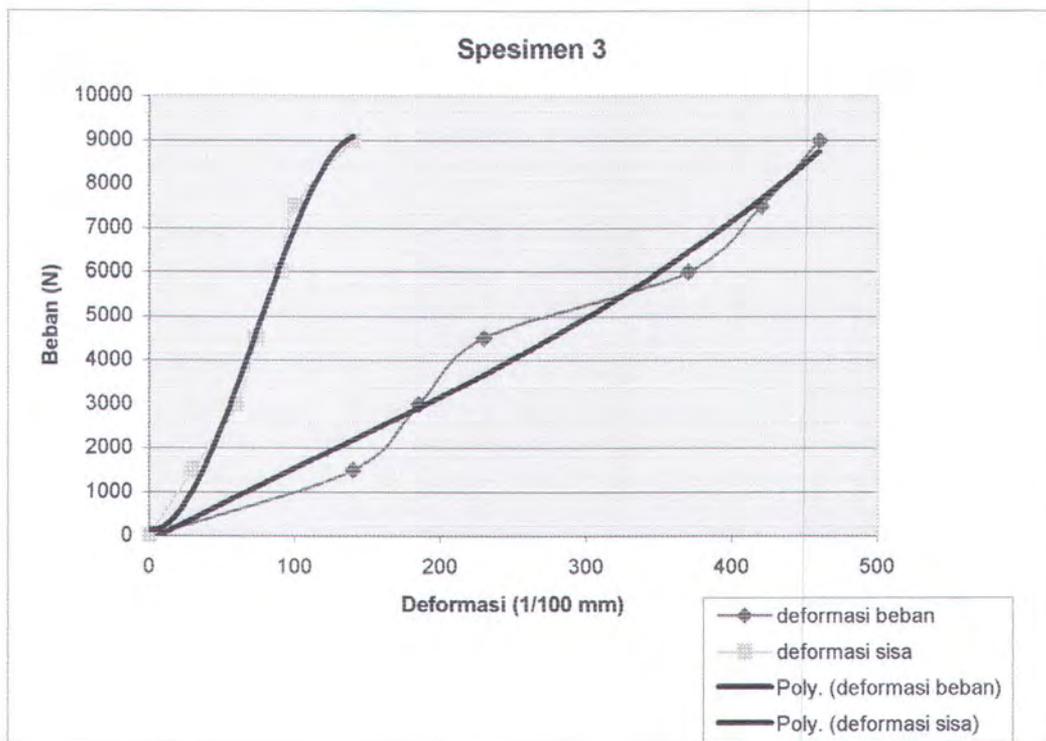
Harga r untuk regresi deformasi beban adalah = 0,9962

Harga r untuk regresi deformasi sisa adalah = 0,9871



No spesimen : 3

beban (N)	deformasi beban	deformasi sisa
0	0	0
1500	140	30
3000	185	60
4500	230	74
6000	370	90
7500	420	100
9000	460	140
10500	rusak	
12000		
13500		
15000		
16500		



Grafik IV.3 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 3

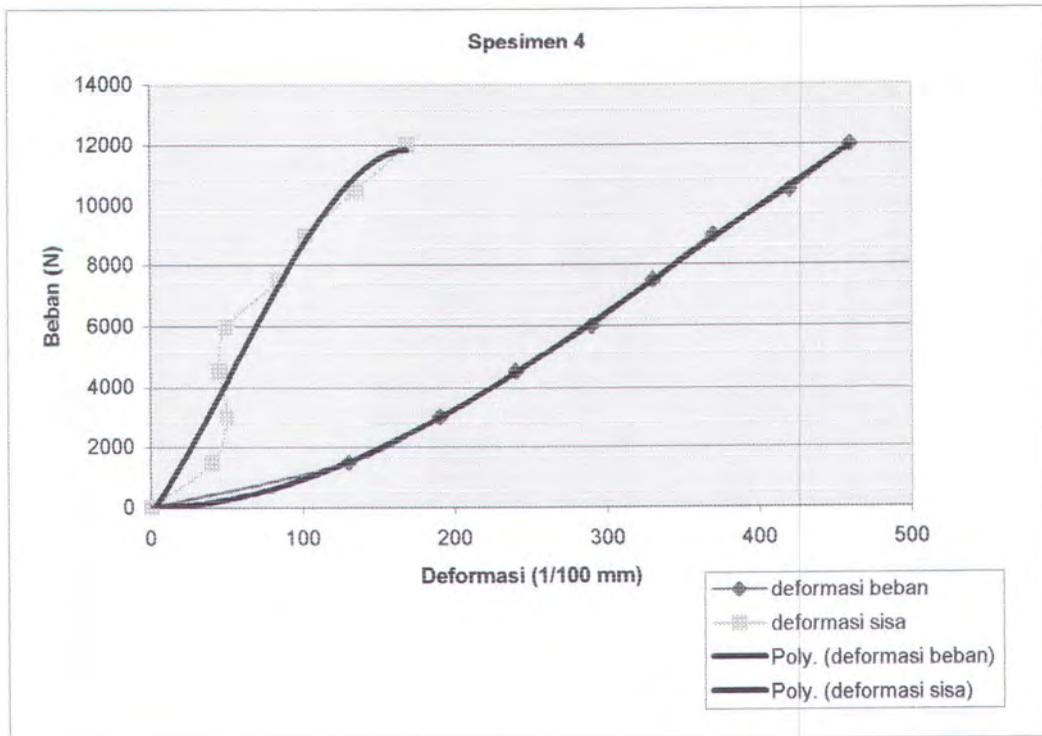
Harga r untuk regresi deformasi beban adalah = 0,9883

Harga r untuk regresi deformasi sisa adalah = 0,9946



No spesimen : 4

beban (N)	deformasi beban	deformasi sisa
0	0	0
1500	130	40
3000	190	50
4500	240	45
6000	290	50
7500	330	84
9000	370	102
10500	420	135
12000	460	169
13500	rusak	
15000		
16500		



Grafik IV.4 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 4

Harga r untuk regresi deformasi beban adalah = 0,9998

Harga r untuk regresi deformasi sisa adalah = 0,9673

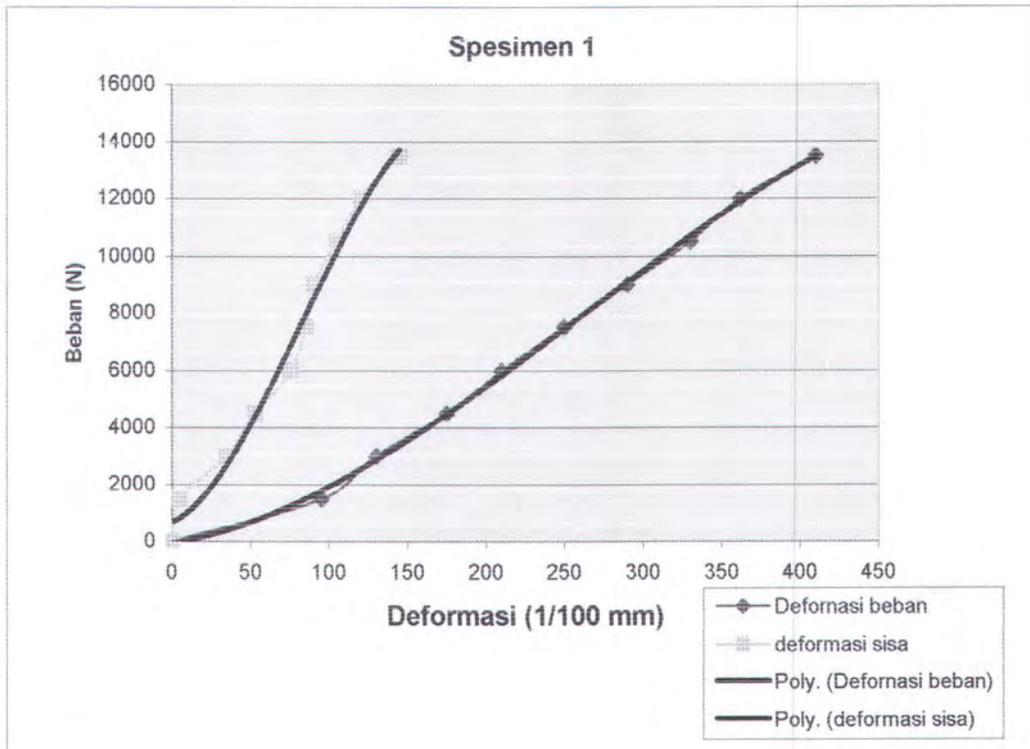


4.3 HASIL PENGUJIAN SISTEM PANTEK

Setelah dilakukan pengujian bending pada spesimen konstruksi sistem pantek didapatkan besarnya deformasi beban dan deformasi sisa. Jumlah spesimen yang diuji berjumlah 4 buah. Pengukuran besarnya deformasi dilakukan dengan menggunakan *dial gauge*. Data hasil pengujian tersebut dimasukkan dalam tabel-tabel dibawah ini dan dibuat grafiknya. Grafik tersebut meliputi grafik antara besarnya deformasi beban dengan beban pada pengujian dan grafik antara deformasi sisa dengan beban pada pengujian.

No spesimen : 1

beban (N)	deformasi beban	deformasi sisa
0	0	0
1500	95	5
3000	130	35
4500	175	53
6000	210	76
7500	250	85
9000	290	90
10500	330	105
12000	362	120
13500	410	145
15000	rusak	
16500		



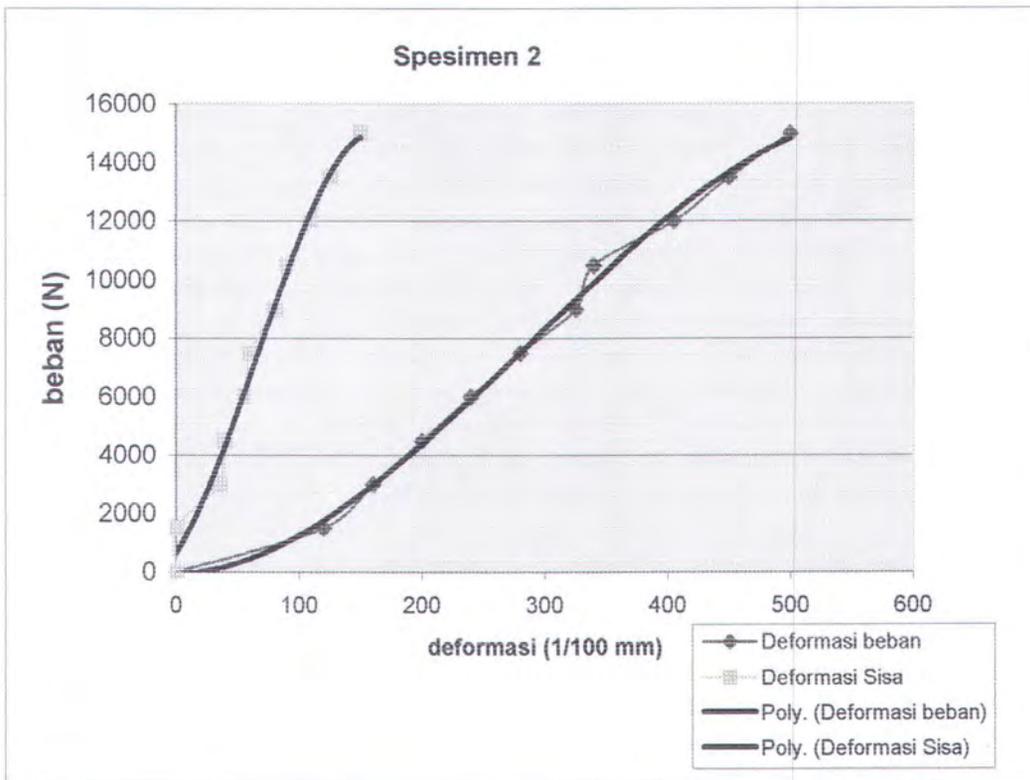
Grafik IV.5 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 1

Harga r untuk regresi deformasi beban adalah = 0,9994

Harga r untuk regresi deformasi sisa adalah = 0,9931

No spesimen : 2

beban (N)	deformasi beban	deformasi sisa
0	0	0
1500	120	0
3000	160	35
4500	200	40
6000	240	55
7500	280	60
9000	325	80
10500	340	90
12000	405	110
13500	450	125
15000	500	150
16500	rusak	



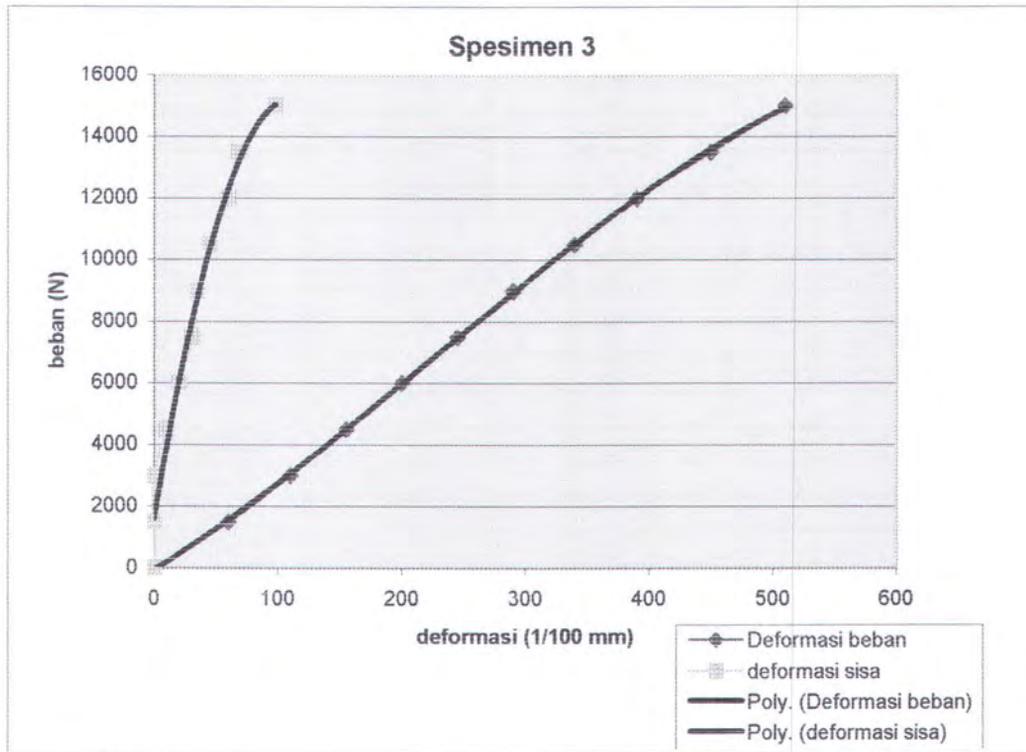
Grafik IV.6 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 2

Harga r untuk regresi deformasi beban adalah = 0,9985

Harga r untuk regresi deformasi sisa adalah = 0,9945

No spesimen : 3

beban (N)	deformasi beban	deformasi sisa
0	0	0
1500	60	0
3000	110	0
4500	155	10
6000	200	20
7500	245	31
9000	290	35
10500	340	45
12000	390	60
13500	450	68
15000	510	98
16500	rusak	



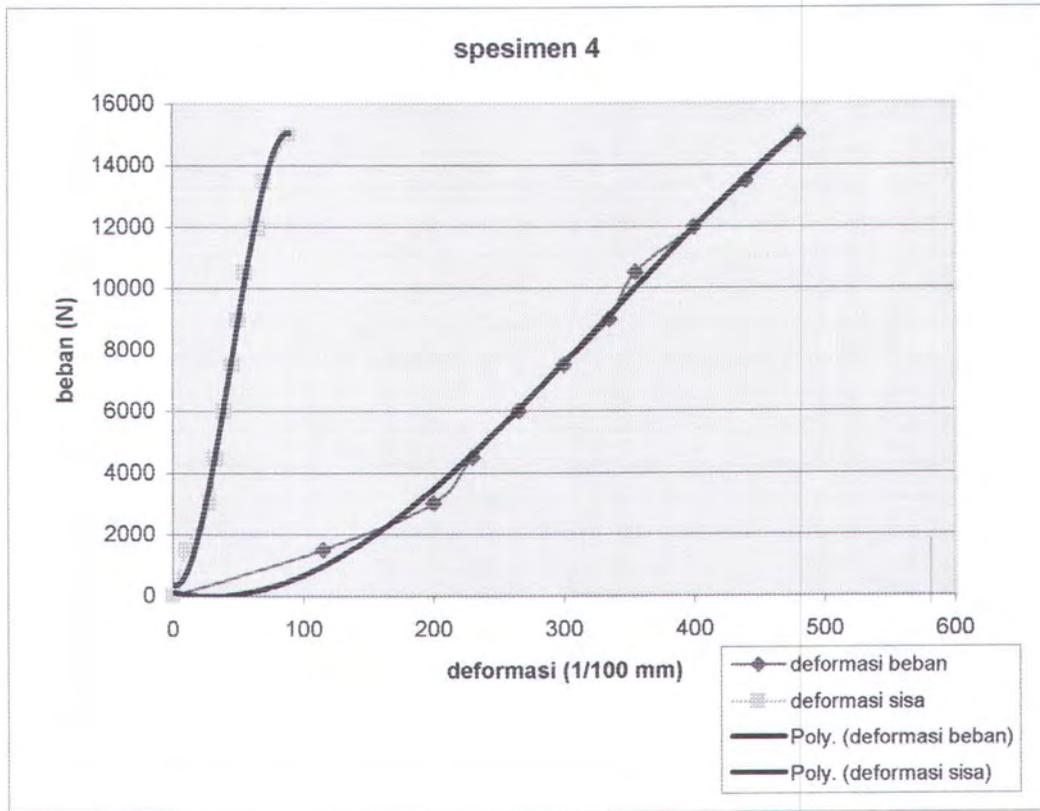
Grafik IV.7 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 3

Harga r untuk regresi deformasi beban adalah = 0,9999

Harga r untuk regresi deformasi sisa adalah = 0,9887

No spesimen : 4

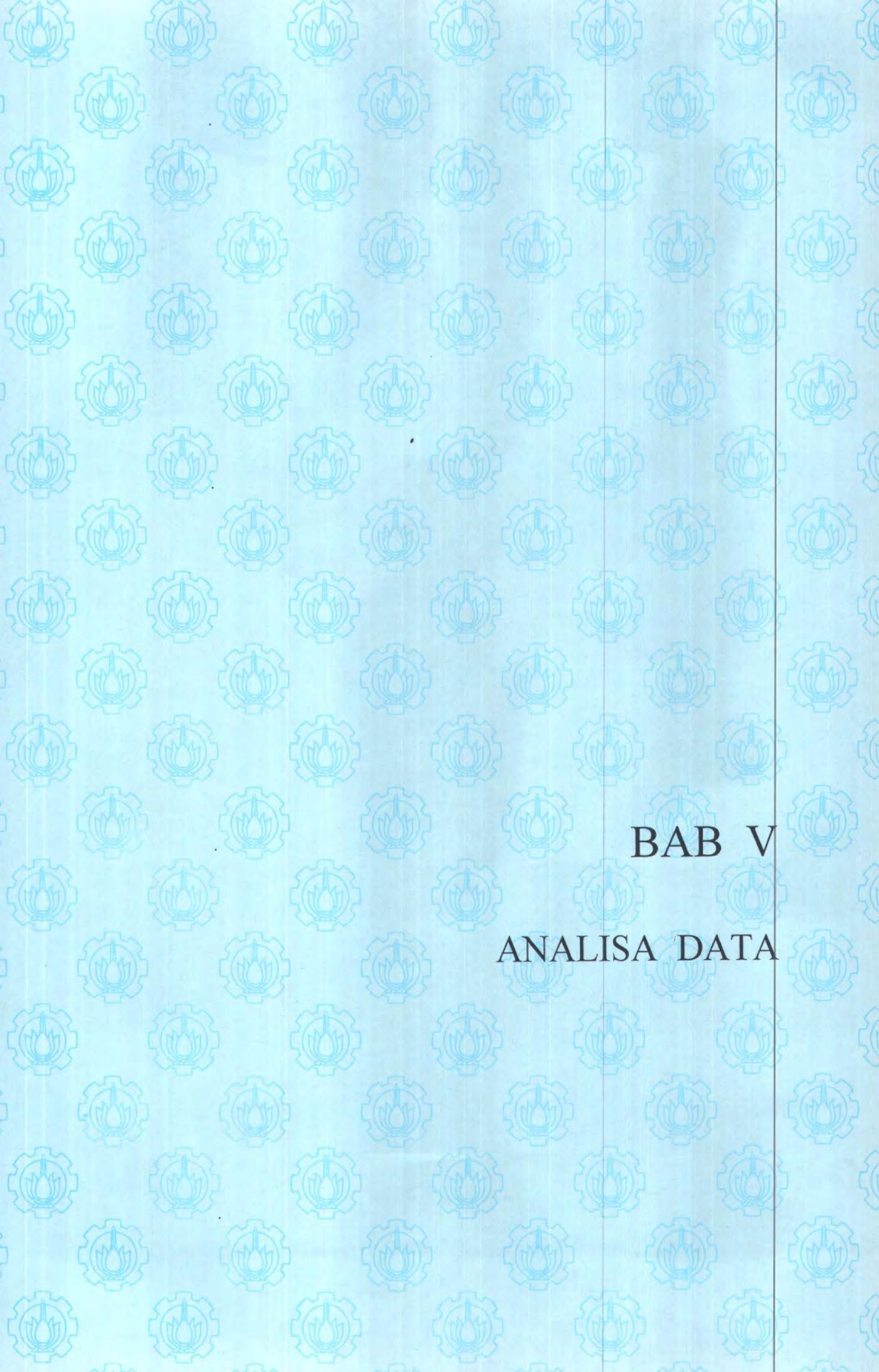
beban (N)	deformasi beban	deformasi sisa
0	0	0
1500	115	10
3000	200	28
4500	230	32
6000	265	39
7500	300	45
9000	335	50
10500	355	55
12000	400	65
13500	440	70
15000	480	90
16500	rusak	



Grafik IV.8 deformasi beban dan deformasi sisa pada spesimen 4

Harga r untuk regresi deformasi beban adalah = 0,9983

Harga r untuk regresi deformasi sisa adalah = 0,9971



BAB V
ANALISA DATA



BAB V

ANALISA DATA

5.1 RATA-RATA DEFORMASI BEBAN DAN DEFORMASI SISA SISTEM OVERLAPPING

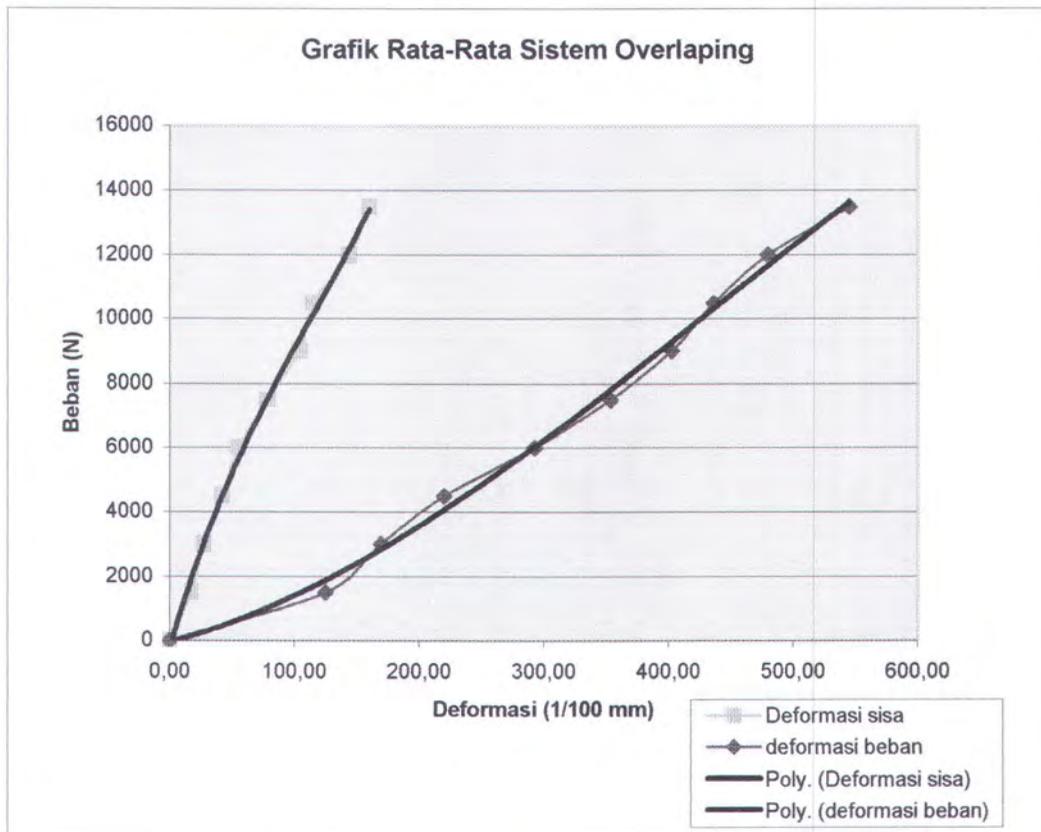
Dari data-data hasil pengujian sistem overlapping pada BAB IV kemudian dibuat rata-rata deformasi beban dan deformasi sisa yang terjadi. Hasil dari rata-rata tersebut adalah sebagai berikut :

Deformasi Beban sistem Overlapping

beban (N)	spesimen1	spesimen 2	spesimen 3	spesimen 4	Jumlah	Rata-rata
0	0	0	0	0	0	0,0
1500	40	190	140	130	500	125,0
3000	63	240	185	190	678	169,5
4500	120	290	230	240	880	220,0
6000	160	350	370	290	1170	292,5
7500	215	450	420	330	1415	353,8
9000	270	510	460	370	1610	402,5
10500	320	570	rusak	420	1310	436,7
12000	370	610		460	1440	480,0
13500	430	660		rusak	1090	545,0
15000	rusak	rusak				
16500						

Deformasi Sisa Sistem Overlapping

beban (N)	spesimen1	spesimen 2	spesimen 3	spesimen 4	Jumlah	Rata-rata
0	0	0	0	0	0	0,00
1500	0	0	30	40	70	17,50
3000	0	0	60	50	110	27,50
4500	0	50	74	45	169	42,25
6000	0	80	90	50	220	55,00
7500	10	120	100	84	314	78,50
9000	25	150	140	102	417	104,25
10500	40	170		135	345	115,00
12000	60	202		169	431	143,67
13500	90	230			320	160,00
15000						
16500						



Grafik V.1 rata-rata deformasi beban dan deformasi sisa pada sistem overlapping

Dari data diatas tampak bahwa pada sistem overlapping mengalami kerusakan pada saat beban antara 13500 N sampai 15000 N bahkan ada yang mengalami kerusakan pada beban antara 9000 N sampai 10500 N. Rata-rata deformasi beban yang terbesar adalah 5,45 mm. Sedangkan rata-rata deformasi sisa yang terbesar adalah 1,6 mm.



5.2 RATA-RATA DEFORMASI BEBAN DAN DEFORMASI SISA SISTEM

PANTEK

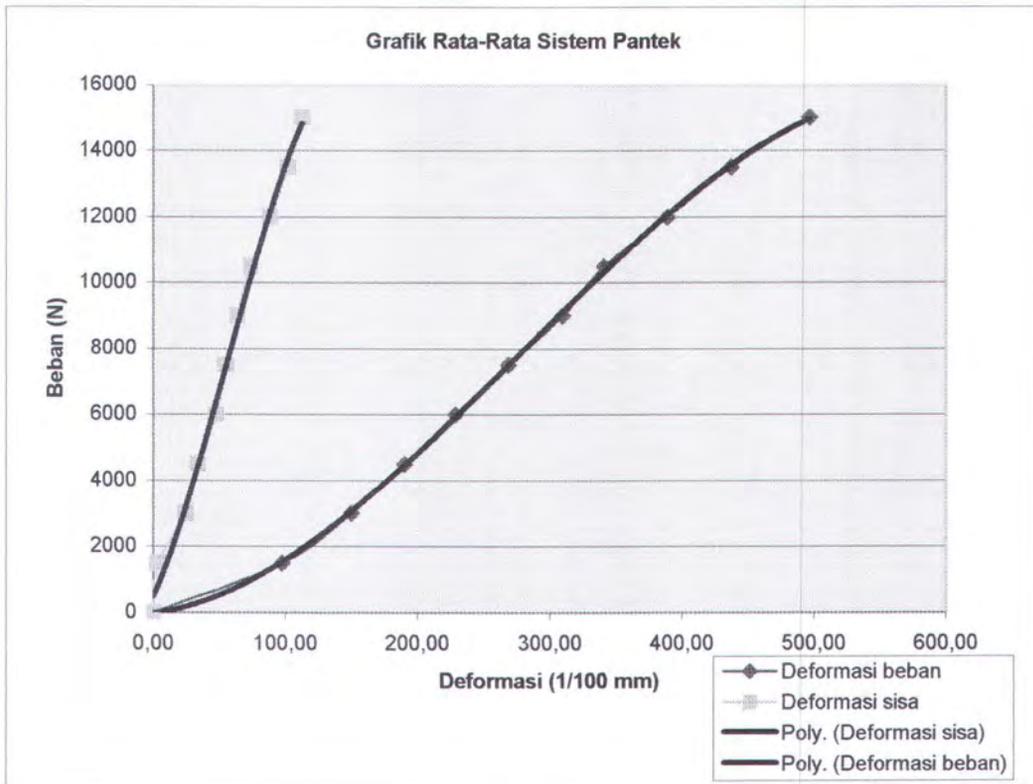
Dari data-data hasil pengujian sistem pantek pada BAB IV kemudian dibuat rata-rata deformasi beban dan deformasi sisa yang terjadi. Hasil dari rata-rata tersebut dibuat grafik sebagai berikut :

Deformasi Beban sistem Pantek

beban (N)	spesimen1	spesimen 2	spesimen 3	spesimen 4	Jumlah	Rata-rata
0	0	0	0	0	0	0,00
1500	95	120	60	115	390	97,50
3000	130	160	110	200	600	150,00
4500	175	200	155	230	760	190,00
6000	210	240	200	265	915	228,75
7500	250	280	245	300	1075	268,75
9000	290	325	290	335	1240	310,00
10500	330	340	340	355	1365	341,25
12000	362	405	390	400	1557	389,25
13500	410	450	450	440	1750	437,50
15000	rusak	500	510	480	1490	496,67
16500		rusak	rusak	rusak	0	0,00

Deformasi Sisa sistem Pantek

beban (N)	spesimen1	spesimen 2	spesimen 3	spesimen 4	Jumlah	Rata-rata
0	0	0	0	0	0	0
1500	5	0	0	10	15	3,75
3000	35	35	0	28	98	24,5
4500	53	40	10	32	135	33,75
6000	76	55	20	39	190	47,5
7500	85	60	31	45	221	55,25
9000	90	80	35	50	255	63,75
10500	105	90	45	55	295	73,75
12000	120	110	60	65	355	88,75
13500	145	125	68	70	408	102,00
15000		150	98	90	338	112,67
16500						



Grafik V.2 rata-rata deformasi beban dan deformasi sisa pada sistem pantek

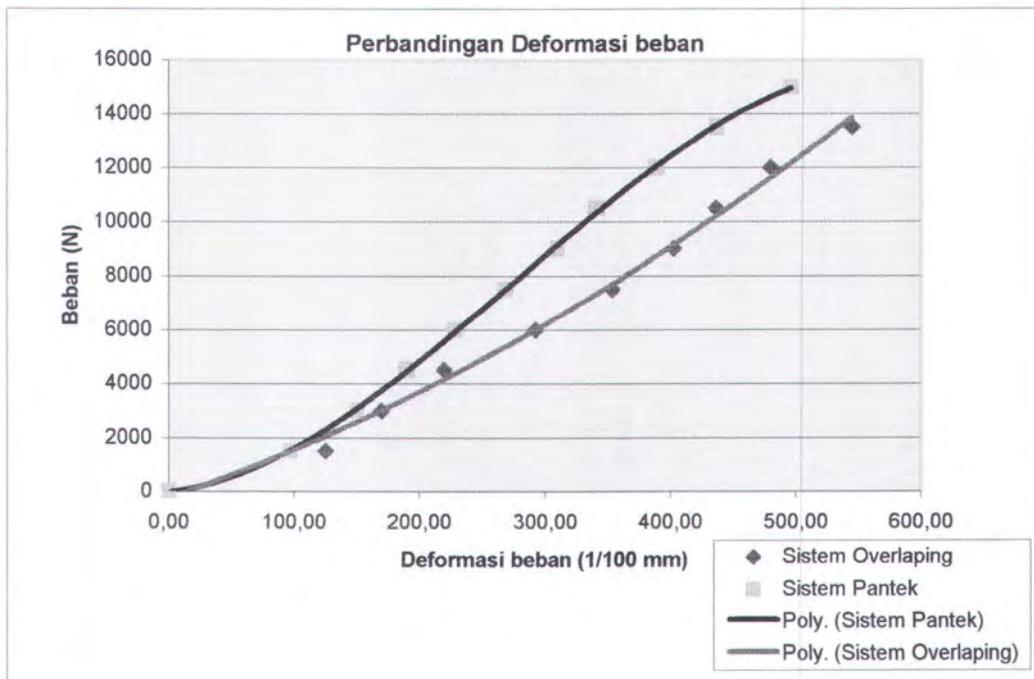
Dari data diatas tampak bahwa pada sistem konstruksi pantek mengalami kerusakan pada beban antara 15000 N sampai 16500 N. Hanya ada satu yang mengalami kerusakan dibawah beban tersebut yaitu pada spesimen 1 pada beban antara 13500 N sampai 15000 N. Rata-rata deformasi beban yang terbesar adalah 4,96 mm sedangkan rata-rata deformasi sisa yang terbesar adalah 1,12 mm.

5.3 PERBANDINGAN DEFORMASI BEBAN DAN DEFORMASI SISA SISTEM OVERLAPING DAN SISTEM PANTEK

Deformasi beban pada sistem overlapping dan sistem pantek dijadikan satu grafik untuk mengetahui perbandingan deformasi yang terjadi. Hasil perbandingan tersebut adalah sebagai berikut :

Perbandingan Deformasi beban sistem overlapping dan sistem pantek

Beban	deformasi beban sistem overlapping	deformasi beban sistem pantek
0	0,00	0,00
1500	125,00	97,50
3000	169,50	150,00
4500	220,00	190,00
6000	292,50	228,75
7500	353,75	268,75
9000	402,50	310,00
10500	436,67	341,25
12000	480,00	389,25
13500	545,00	437,50
15000		496,67
16500		



Grafik V.3 perbandingan deformasi beban sistem overlapping dan sistem pantek

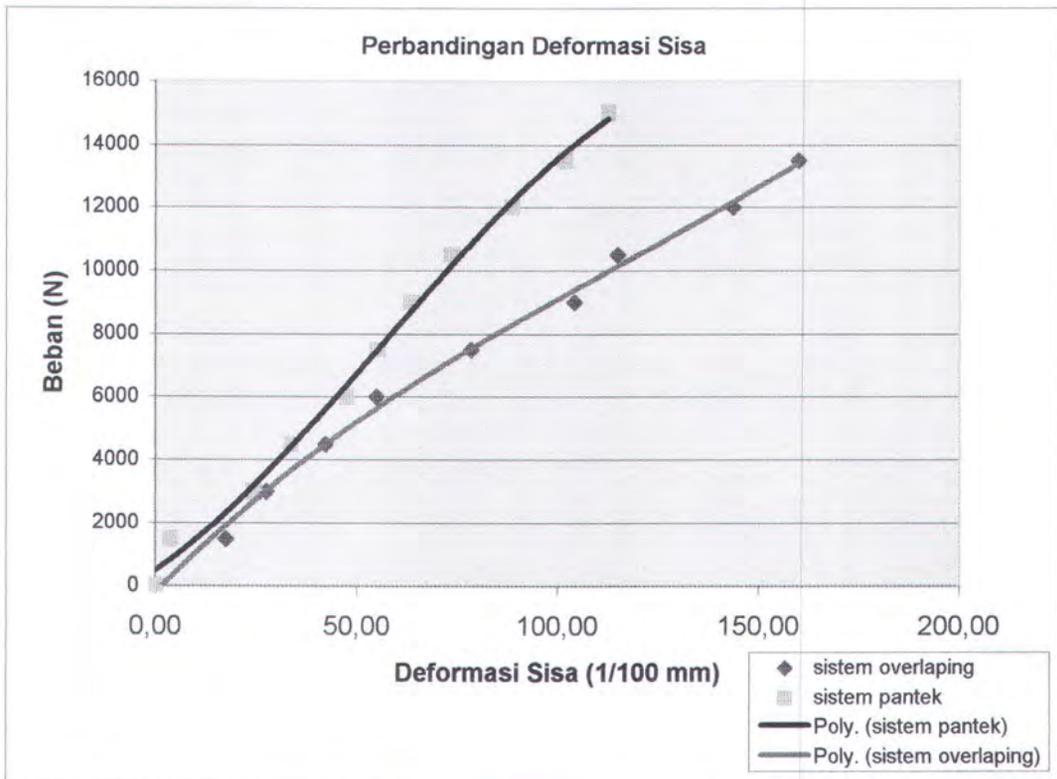


Dari data diatas tampak bahwa deformasi beban yang terjadi pada sistem overlaping lebih besar dari pada sistem pantek. Deformasi beban yang terbesar pada sistem overlaping adalah sebesar 5,45 mm pada beban 13500 N sedangkan pada sistem pantek sebesar 4,37 mm pada beban 13500 N. Besarnya deformasi yang terjadi pada sistem overlaping lebih besar dari pada sistem pantek, hal ini kemungkinan karena pada sistem overlaping hanya sebagian saja bagian kulit yang menempel pada gading sedangkan pada sistem pantek seluruhnya menempel pada gading. Beban yang mampu ditahan oleh sistem overlaping sampai spesimen mengalami kerusakan lebih kecil dari pada sistem pantek hal ini kemungkinan karena adanya beban pergeseran pada bagian overlap yang saling menyudut, sedangkan pada sistem pantek tidak ada.

Deformasi sisa pada sistem overlaping dan sistem pantek dijadikan satu grafik untuk mengetahui perbandingan deformasi sisa yang terjadi. Hasil perbandingan tersebut adalah sebagai berikut :

Perbandingan deformasi sisa sistem overlaping dan sistem pantek

Beban	deformasi sisa sistem overlaping	deformasi sisa sistem pantek
0	0,00	0,00
1500	17,50	3,75
3000	27,50	24,50
4500	42,25	33,75
6000	55,00	47,50
7500	78,50	55,25
9000	104,25	63,75
10500	115,00	73,75
12000	143,67	88,75
13500	160,00	102,00
15000	-	112,67

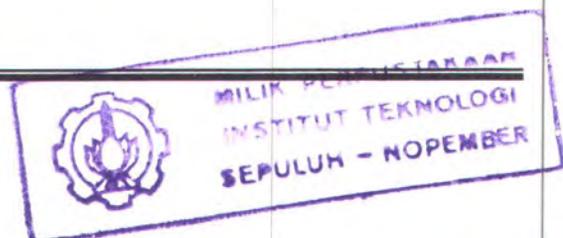


Grafik V.4 perbandingan deformasi sisa sistem overlapping dan sistem pantek

Dari data diatas tampak bahwa deformasi sisa yang terjadi pada sistem konstruksi overlapping lebih besar dari pada sistem konstruksi pantek. Deformasi sisa sistem overlapping yang terjadi pada beban 13500 N adalah sebesar 1,6 mm sedangkan pada sistem pantek saat beban 13500 N adalah sebesar 1,02 mm.

5.4 TEGANGAN PADA ALAT PENYAMBUNG

Akibat beban yang bekerja, maka akan terjadi tegangan pada alat penyambung dari kedua sistem konstruksi. Tegangan yang terjadi pada pasak berupa bending yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan. Serta tegangan geser pada sekrup untuk menahan sambungan papan.



5.4.1 Pergeseran Papan dan Tegangan Sekrup pada Sistem Overlapping

Pada saat mendapat beban, maka pada sekrup akan terjadi tegangan geser untuk menahan papan. Beban yang diberikan saat pengujian adalah tegak lurus. Untuk mendapatkan tegangan pada sekrup, beban diambil sesuai dengan arah dari papan (Searah serat). Sudut yang terjadi antara beban dan papan adalah sebesar 79° . Menurut Wiryomartono dalam buku konstruksi kayu tegangan pada sekrup dapat dihitung seperti dibawah ini.

$$(\sigma) = \frac{S}{n.b.d}$$

S = beban

$$S = P \cos \alpha$$

n = jumlah sekrup

$$\alpha = 79^\circ$$

b = tebal papan

d = diameter sekrup

dari rumus diatas dapat dihitung besarnya tegangan pada sekrup untuk setiap beban yang diberikan pada saat pengujian spesimen.

Beban (N)	Tegangan (Kg/cm ²)	Defleksi (1/100 mm)
0	0,0	0,0
1500	12,1	125,0
3000	24,2	169,5
4500	36,3	220,0
6000	48,4	292,5
7500	60,5	353,8
9000	72,6	402,5
10500	84,7	436,7
12000	96,8	480,0
13500	108,9	545,0

Dari tabel diatas tampak bahwa tegangan geser terbesar pada sekrup adalah saat diberi beban yang terbesar yaitu 108,9 Kg/cm² pada saat beban



mencapai 13500. Hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa kekuatan antara material sekrup dan kayu, lebih kuat sekrupnya. Hal ini terbukti pada saat diberi beban yang terbesar papan sudah pecah di sekitar sekrupnya tetapi sekrup yang dipakai belum mengalami kerusakan.

Sedangkan pergeseran papan tidak terjadi pada sistem konstruksi overlaping. Hal ini terjadi karena sekrupnya lebih kuat dari papan. Jadi pada saat akan terjadi pergeseran papan sudah mengalami kerusakan atau pecah.

5.4.2 Bukaan dan Tegangan Pasak pada Sistem Pantek

Untuk mengetahui sampai seberapa besar beban yang mampu bekerja pada pasak sampai mengalami kerusakan maka diadakan pengujian pada pasak. Pengujian pasak dilakukan dengan memberikan beban secara bertingkat. Hasil dari pengujian pasak tersebut adalah sebagai berikut.

Beban (N)	Defleksi (mm)
200	2,35
300	4,30
400	5,90
500	6,80

Dari tabel diatas tampak bahwa beban maksimum yang mampu bekerja pada pasak kayu adalah sebesar 500 N. Defleksi terbesar yang terjadi adalah sebesar 6,8 mm. perhitungan tegangan bending yang terjadi pada pasak adalah sebagai berikut.

Panjang pasak (L) = 15 cm

Diameter pasak (r) = 1 cm

Inersia pasak $I = 3,14 \times r^4/4$
 $= 3,14 \times (0,5)^4 /4$
 $= 0,049 \text{ cm}^4$

M = Momen

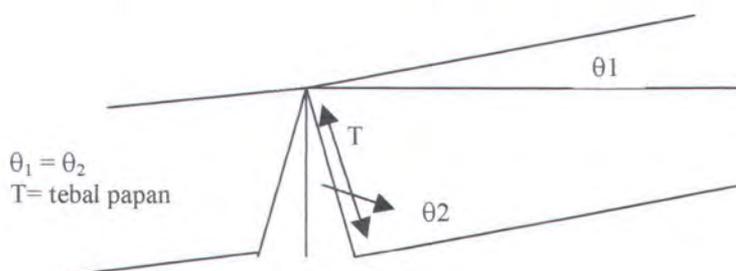
Tegangan Bending (σ) = $\frac{M.y}{I}$

Titik berat penampang = 0,5 cm

Beban (N)	Defleksi (mm)	M (N.cm)	(σ) = $\frac{M.y}{I}$ (Kg/cm ²)
200	2,35	600	624,1
300	4,30	900	936,1
400	5,90	1200	1248,2
500	6,80	1500	1560,2

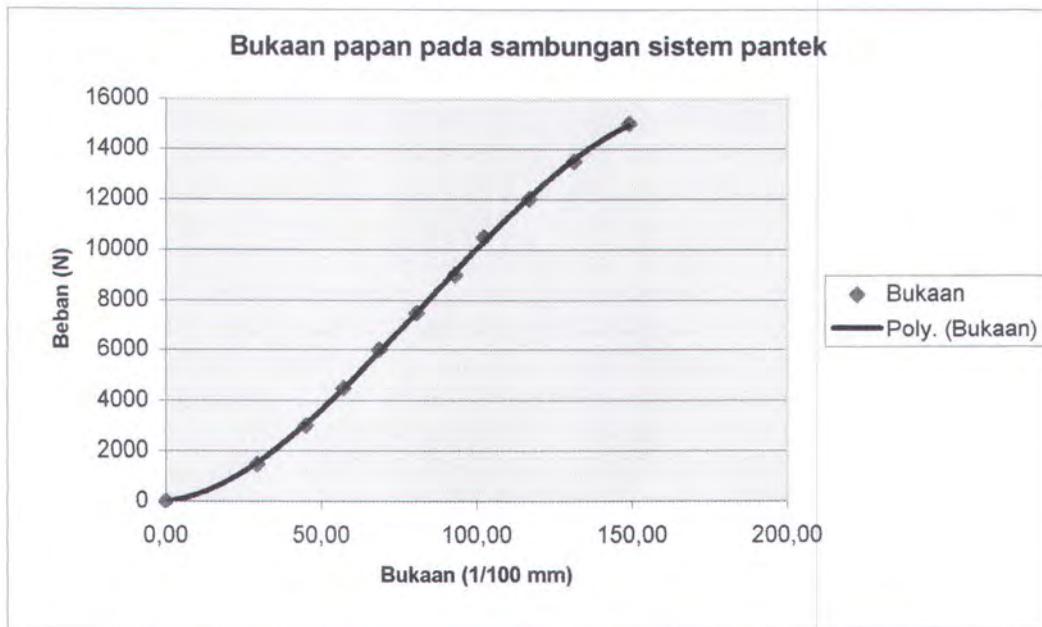
Dari tabel diatas tampak bahwa momen bending terbesar yang terjadi pada pasak adalah 1560,2 Kg/cm². Jadi pasak akan mengalami kerusakan pada saat beban mencapai 500 N.

Bukaan yang terjadi pada sambungan antar papan dapat dihitung berdasarkan pada besarnya defleksi pada spesimen. Dengan menggunakan rumus-rumus trigonometri dapat diketahui besarnya bukaan yang terjadi.



Gambar V.1 Bukaan papan pada sistem overlapping

Beban	Sin θ	bukaan (mm)
0	0,0000	0,000
1500	0,0049	0,293
3000	0,0075	0,450
4500	0,0095	0,570
6000	0,0114	0,686
7500	0,0134	0,806
9000	0,0155	0,930
10500	0,0171	1,024
12000	0,0195	1,168
13500	0,0219	1,313
15000	0,0248	1,490



Grafik V.5 bukaan papan pada sambungan sistem pantek

Dari tabel diatas diketahui bahwa besarnya bukaan yang terjadi pada saat beban maksimal adalah 1,49 mm. Dengan semakin besar beban maka bukaan yang terjadi juga semakin besar pula. Bukaan papan berhubungan dengan kekedapan papan yang sudah dipakai. Jika bukaan terlalu besar maka kemungkinan air masuk melalui sambungan papan sangat besar.



5.5 PENGARUH MOMEN LENTUR PADA BADAN KAPAL

Akibat dari beban yang bekerja pada kapal maka akan bekerja momen bending. Beban yang bekerja pada kapal dapat berupa berat karena badan kapal itu sendiri maupun berat muatan dan provision. Dan juga dipengaruhi oleh beban-beban akibat gelombang.

Dari perhitungan momen lentur pada kapal (lihat bagian lampiran) didapat harga M_{tot} . Besarnya $M_{tot} = 5,955$ ton meter. Perhitungan ini dengan asumsi bahwa kondisi muatan, bahan bakar dan provision adalah 100%. Dari harga M_{tot} ini kemudian dicari besarnya beban yang bekerja pada titik yang ditinjau.

$$M_{tot} = 5,955 \text{ ton meter}$$

$$= 5841855 \text{ N cm}$$

$$P = 2 M_{tot}/L$$

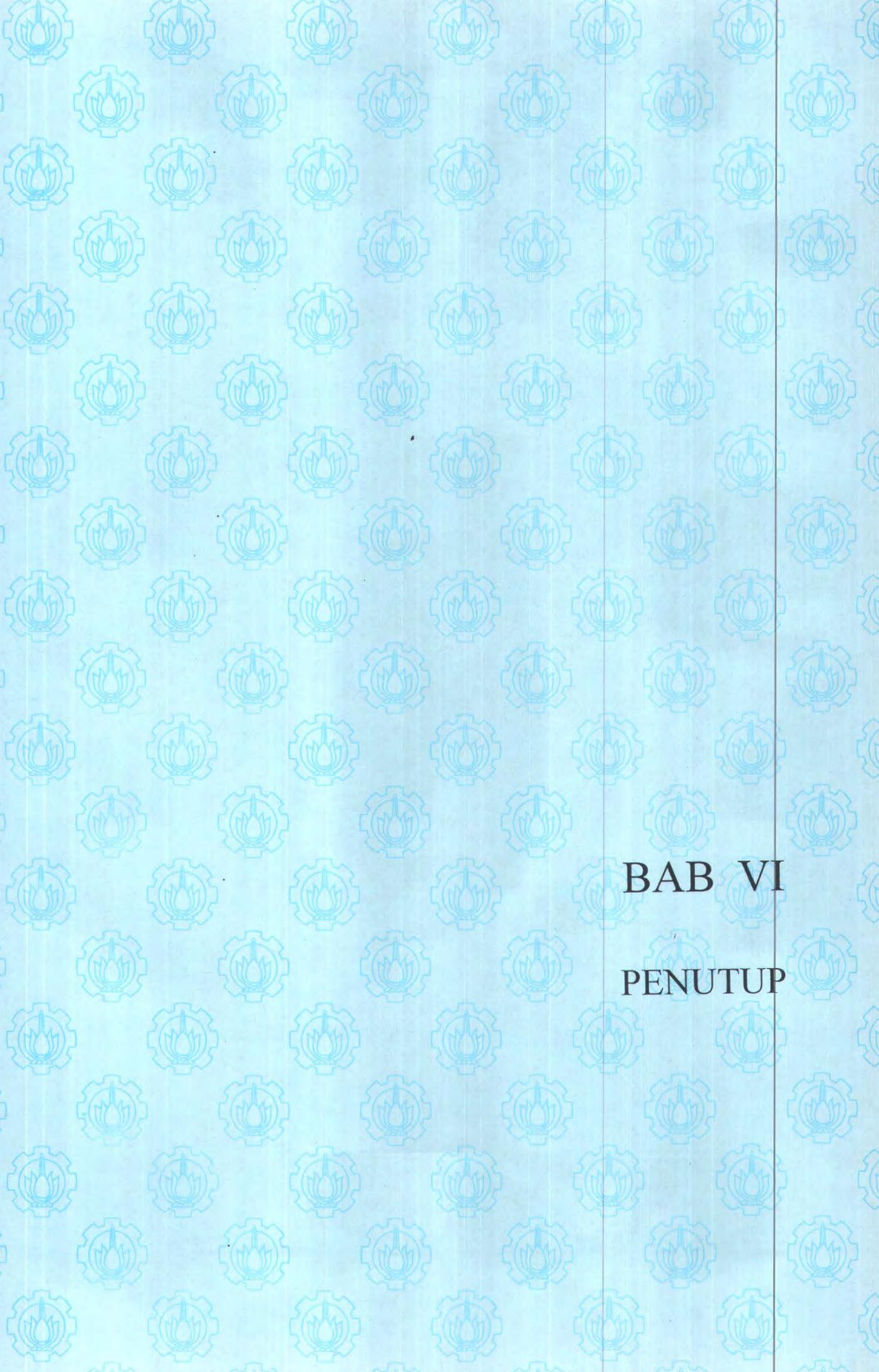
$$L : \text{Panjang Kapal} = 20,2 \text{ m}$$

$$= 2020 \text{ cm}$$

$$P = 2 \cdot 5841855 / 2020$$

$$= 5784,014 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas tampak bahwa pembebanan yang terjadi pada badan kapal yang ditinjau sebesar 5784,014 N. Harga tersebut lebih kecil dari beban maksimum yang mampu bekerja sampai mengalami kerusakan yaitu pada sistem overlapping sekitar 13500 N sedangkan pada sistem pantek sekitar 15000 N. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa beban yang bekerja pada badan kapal untuk kedua sistem konstruksi overlapping dan sistem konstruksi pantek masih aman.



BAB VI

PENUTUP

BAB VI

PUNUTUP

6.1 KESIMPULAN

Dari analisa data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan :

1. Sistem overlapping mengalami kerusakan pada saat beban antara 13500 N sampai 15000 N bahkan ada yang mengalami kerusakan pada beban antara 9000 N sampai 10500 N. Deformasi beban yang terbesar adalah 5,45 mm. Sedangkan pada konstruksi sistem pantek akan mengalami kerusakan pada saat beban antara 15000 N sampai 16500 N. Deformasi beban yang terbesar adalah 4,96 mm. Dari hal tersebut tampak bahwa konstruksi sistem pantek lebih kuat dalam menahan beban.
2. Deformasi sisa yang terjadi pada sistem konstruksi overlapping lebih besar dari pada sistem konstruksi pantek. Deformasi sisa sistem overlapping yang terjadi pada beban 13500 N adalah sebesar 1,6 mm sedangkan pada sistem pantek saat beban 13500 N adalah sebesar 1,02 mm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa konstruksi sistem pantek lebih elastis dari pada konstruksi sistem overlapping.
3. Kerusakan pada sistem konstruksi pantek dimulai dengan adanya bukaan pada sambungan dan papan yang mengalami keretakan. Bukaan pada sambungan akan berpengaruh pada kedekatan sambungan. Sedangkan pada sistem konstruksi overlapping kerusakan dimulai dengan adanya retak



yang terjadi pada papan dan pada saat papan retak sekrup untuk alat penyambung belum mengalami kerusakan.

4. Dari perhitungan momen lentur pada badan kapal didapat harga M_{tot} sebesar 5,955 ton meter dan harga pembebanan sebesar 55784,014 N. Harga tersebut lebih kecil dari beban maksimum yang mampu bekerja sampai mengalami kerusakan yaitu pada sistem overlapping sekitar 13500 N sedangkan pada sistem pantek sekitar 15000 N. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa beban yang bekerja pada badan kapal untuk kedua sistem konstruksi overlapping dan sistem konstruksi pantek masih aman.

6.2 SARAN

Karena banyaknya asumsi dan pendekatan yang digunakan dalam melakukan perhitungan/analisa, maka memungkinkan adanya kesalahan atau kekurangsempurnaan walaupun hal itu tidak disarankan. Untuk itu perlu penelitian lebih lanjut yaitu dalam tugas akhir ini bahan yang digunakan untuk penelitian adalah kayu. Kayu merupakan bahan yang bukan isotrop seperti pada baja dan las-lasan. Oleh karena itu dalam perhitungan tegangan dan modulus pada kayu perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kelemahan yang terjadi pada konstruksi kayu.

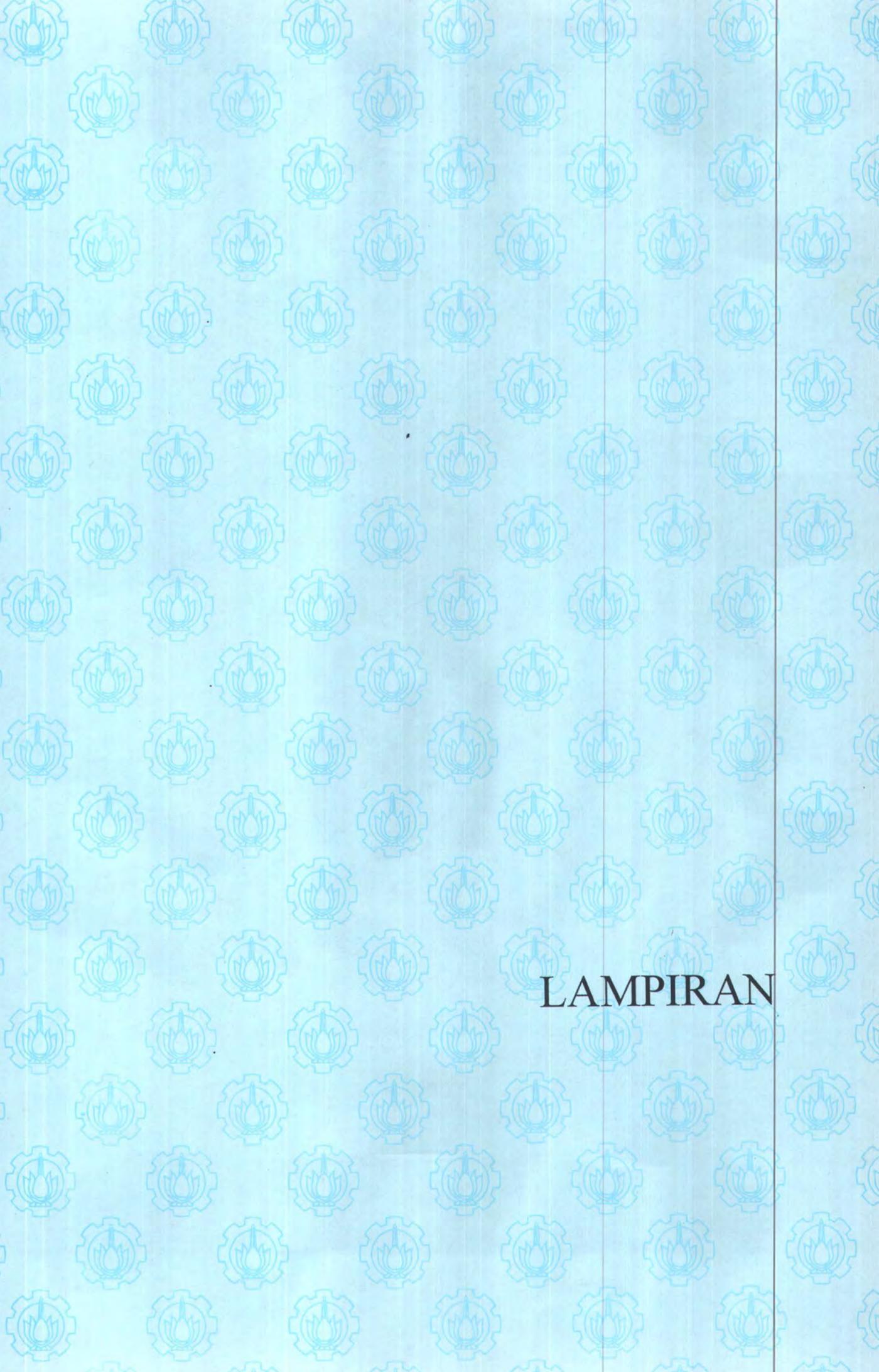


DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- Chapra, Steven C. (1989). "*Numerical Methods for Engineers (Second Edition)*",
New York : McGraw Hill.
- Bakri, M. "**Konstruksi Kapal Kayu**", Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh
Nopember.
- Biro Klasifikasi Indonesia (1996). "**(BKI) Peraturan Kapal Kayu**", Jakarta
- Popov, E.P. (1995). "**Mekanika Teknik**", Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Steward, Robert M (1994). "*Boatbuilding Manual 4th Edition*", Camden :
International Marine.
- Sunaryo, Hery dan Sentot, Rahardjono (2000). "**Teknologi Bangunan Kapal
Non Baja**", Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional
- Tim Penulis (1996). "**Perahu Madura**", Jakarta : Departemen Pendidikan dan
Kebudayaan.
- Trefethen, Jim (1993) "*Wooden Boat Renovation*", Camden : McGraw Hill.
- Wartono, Mahardjo (1993) "**Perbandingan Perhitungan Konstruksi dan
Kekuatan Sambungan pada Kapal Kayu Tradisional**", Surabaya :
Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan – ITS.
- Wiryomartono, Suwarno (1977). "**Konstruksi Kayu**", Yogyakarta : Universitas
Gajah Mada.
- Yap, K.H Felix (1991) "**Konstruksi Kayu**", Bandung : Binacipta.



LAMPIRAN

**Data Kapal**

Loa	22,4	m
Ldeck	20,2	m
Lpp	18,2	m
Lwl	18,6	m
B	7	m
T	2,1	m
H	4,3	m
Cb	0,47	
Cm	0,695	
Cw	0,77	
Cp	0,676	
Dwt	88,36	ton
Lwt	35,69	ton
Displ	124,05	ton

**PERHITUNGAN MOMEN LENTUR**

Kondisi muatan = 100%

Bahan bakar dan provision = 100%

Perhitungan M_{GW} (momen lentur di air tenang)

$$M_{GW} = \frac{1}{2} \Sigma M - D^*/2 \cdot a \cdot L$$

$$\Sigma G = 124,5 \text{ ton}$$

$$D^* = 124,05 \text{ ton}$$

$$\frac{1}{2} \Sigma G = D^*/2$$

$$= 62,025 \text{ ton}$$

$$e_{\phi} = 0,525 \text{ m}$$

$$\Sigma M = \Sigma G \cdot e_{\phi}$$

$$= 124,025 \cdot 0,525$$

$$= 62,216 \text{ ton meter}$$

$$\frac{1}{2} \Sigma M = 32,563 \text{ ton meter}$$

$$\text{momen daya apung} = D^*/2 \cdot a \cdot L$$

$$L : \text{Panjang kapal} = 20,2 \text{ m}$$

$$a : \text{faktor air tenang} = 0,144 \text{ untuk harga } C_b = 0,469$$

$$D^*/2 \cdot a \cdot L = 62,05 \cdot 0,144 \cdot 20,2$$

$$= 180,418 \text{ ton meter}$$

$$M_{GW} = \frac{1}{2} \Sigma M - D^*/2 \cdot a \cdot L$$

$$= 32,563 - 180,418$$

$$= -145,35 \text{ ton meter}$$

**Perhitungan Mw (Momen lentur oleh ombak)**

$$M_{wo} = Lw^2 \cdot B \cdot C_1 \cdot C_2$$

$$L = 20,2 \text{ m}$$

$$Lw = 0,935 L$$

$$= 0,935 \cdot 20,2$$

$$= 18,887 \text{ m}$$

$$C_1 = Cw/n$$

$$Cw = 10,75 - (300 - Lw)/100\xi^{3/2} \quad \text{untuk } Lw < 300 \text{ m}$$

$$= 10,75 - (300 - 18,887)/100\xi^{3/2}$$

$$= 6,037$$

n = faktor yang didapat dari ekstrapolasi untuk harga $Lw = 18,887$ $n = 8,064$

$$C_1 = 6,037/8,064$$

$$= 0,749$$

$$C_2 = 2,1 - 5,2m + 3,4(\alpha^* - Cb^*) \frac{V_o}{\sqrt{Lw}} + 1,9 \frac{(V_o - m)^2}{T^*} + (\alpha^* - 0,48) \left(9,2\alpha^* - 80 \frac{T^*}{Lw} \right) \xi \cdot 10^{-2}$$

$$m = \frac{M_{GW}}{Lw^3 B} 10^2$$

$$= \frac{-145,35}{18,887^3 \cdot 7,00} 10^2$$

$$= -0,308$$

$$V_o = 7 \text{ Knot}$$

$$\alpha^* = \frac{\Delta V}{Lw \cdot B \cdot C_1}$$

ΔV = pertambahan daya apung bentuk pada kenaikan sarat dari :

($T^* - C_1$) menjadi T^* dalam keadaan hogging

T^* menjadi ($T^* + C_1$) dalam keadaan sagging

Hogging :

$$\Delta V = T^* - (T^* - C_1)\xi \cdot L \cdot B \cdot Cb^*$$

dimana $T = 2,1$ m (dari Hidrostatik) dan $Cb = 0,469$



$$\begin{aligned}\Delta V &= 2,1 - (2,1 - 0,749) \xi \cdot 20,2 \cdot 7 \cdot 0,469 \\ &= 49,671 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Sagging :

$$\Delta V = (T^* + C_1) - T^* \cdot \xi \cdot L \cdot B \cdot C_b^*$$

$$T = 2,1 \text{ dan } C_b^* = 0,469$$

$$\begin{aligned}\Delta V &= (2,1 + 0,749) - 2,1 \xi \cdot 20,2 \cdot 7 \cdot 0,469 \\ &= 49,671 \text{ m}^3\end{aligned}$$

sehingga $C_2 = 0,0809$ (harganya sama untuk keadaan sagging dan hogging)

Harga Mwo dapat dihitung

$$\begin{aligned}Mwo &= Lw^2 \cdot B \cdot C_1 \cdot C_2 \\ &= 18,887^2 \cdot 7 \cdot 0,749 \cdot 0,0809 \\ &= 151,305 \text{ ton meter}\end{aligned}$$

$$Mw = Mwo \cdot C_M$$

Dimana $C_M = 1$ untuk harga $X/L = 0,5$

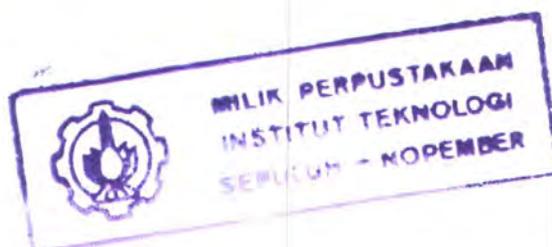
$$\begin{aligned}Mw &= 151,305 \cdot 1 \\ &= 151,305 \text{ ton meter}\end{aligned}$$

$$M_{tot} = M_{GW} + Mw$$

$$\begin{aligned}&= -145,35 + 151,305 \\ &= 5,955 \text{ ton meter}\end{aligned}$$

A. DAFTAR JENIS KAYU

No	Nama dagang (Huruf Besar) Nama Lainnya (hruf Kecil) Nama Latin (tanda kurung)	Kelas		Berat jenis Kering Udara	Pemakaian di kapal	Tempat Tumbuh (Daerah)
		Awet	Kuat			
1.	AMPURU (Eucalyptus Alba)	II - III	I - II	0,68 – 1,02	Gading, Galar, kulit, Papan Geladak	Maluku, Nusa Tenggara
2.	BALAM (Nyatoh, Suntai, Nanco, Somaram, Sambun, arupa (Palaquin Ridloyi)	II	I	0,90 – 1,12	Papan Kulit, Gading, Galar, Balok geladak, Papan Geladak	Seluruh Indonesia
3.	BALAU Danar laut, balau sinantok, Pooti, benuas, kelepek, resak minyak, danadere (Shorea Spp)	I	I – II	0,65 – 1,22	Gading, galar, kulit, papan geladak, balok geladak	Sumatera, Sulawesi, Kalimantan
4.	BANGKIRAI Selangan batu, token, anggellan (Shorea laevifolia)	I – II	I – II	0,6 – 1,16	Semua bagian kapal	Kalimantan
5.	BEDARU Daru-daru, garu, buaya, tusan (Cantleya corniculata)	I	I	0,36 – 1,36	Lunas, Linggi, gading, pondasi mesin, Kulit dan bagian yang memer lukan kekuatan	Sumatera, Kalimantan, Nusa Tenggara Barat
6.	BELANGERAN Kavi, kohooi (Shirea balangeran)	I – III	I – II	0,73 – 0,98	Gading, Galar, Balok Geladak, papan geladak, kulit	Sumatera, Kalimantan
7.	BARUMBUNG (Adina Minutiflora)	II	I – II	0,74 – 0,94	Gading, kulit, wrang, bangunan atas	Sumatera, Kalimantan
8.	BINTANGUE Nyamplung, punaga, kapur raya Betawa, bentango, balitoko (Calophyllum Spp)	III	II - III	0,37 – 1,07	Konstruksi bagian dalam, Tiang layar	Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara
9.	BUGIS Kelimbiring, siuri (Koordersiodendron pinnatum Merr)	III - IV	II - III	0,41 – 1,02	Gading, galar, kulit, Geladak	Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Irian Jaya





No	Nama dagang (Huruf Besar) Nama Lainnya (huruf Kecil) Nama Latin (tanda kurung)	Kelas		Berat jenis Kering Udara	Pemakaian di kapal	Tempat Tumbuh (Daerah)
		Awet	Kuat			
10.	BUNGUR Wungu ketangi, oindolo, langoti (<i>Langeratrocnia speciosa</i> Pers)	II-III	I-II	0,62 – 1,01	Rangka-rangka, gading, galar, kulit, papan geladak	Sumatera, jawa, kalimantan, sulawesi, maluku, Nusa Tenggara
11.	CEMARA Angin, embun, ruwow (<i>Casuarina</i> spp.)	II-III	I-II	1,04-1,18	Rangka-rangka, gading, galar, kulit, papan geladak	Sumatera, jawa, kalimantan, sulawesi, maluku, Nusa Tenggara Irian Jaya
12.	CEMPAGA Pondongio notoha, kayuroda (<i>Dysoxylum densiflorum</i> Mig)	II-III	II	0,57-0,90	Bangunan atas, geladak	Sumatera, jawa, kalimantan, sulawesi, maluku, Nusa Tenggara
13.	CENGAL Aungkung, tekan, cangar, mata kucing, gagil (<i>Hopea sangal</i> Korth)	II-III	II-III	0,51-0,89	Kulit, gading, papan geladak, senta	Sumatera, Jawa
14.	DUNGUN Dungun-dungun, dasi kambing, palapi (<i>Herifera letteralis</i> orxand)	I-II	I	0,88-1,23	Rangka-Rangka, lunas, kulit dan bagian lain yang memerlukan perlengkungan uap	Seluruh Indonesia
15.	GADOK Gerunjing, bintangun, palentuna, polo (<i>Bischoffia javanica</i> Bl.)	II-III	II-III	0,55-1,00	Gading, galar, balok, geladak, papan geladak	Sumatera, jawa, sulawesi, maluku, Nusa Tenggara, Irian Jaya
16.	GELAM (<i>Melaleuca leucadendron</i> L.)	III	II	0,73-0,85	Gading, galar, balok, geladak, papan geladak, kulit	Seluruh Indonesia
17.	GIA Hiya, aliwawas, sanal, sanar batu (<i>Monalium foetidum</i> beath)	I-II	I-II	0,77-1,06	Lunas, linggi, gading, kulit	Sulawesi, Maluku, Kalimantan, Irian Jaya
18.	GIAM Resak tembaga, resak daun lebar (<i>Cotylelobium sperdiv</i>)	I	I	0,83-1,15	Lunas, Lutut atau Rangka-rangka, gading, linggi, kulit, Galar, papan geladak	Sumatera, Kep. Riau, Kalimantan



No	Nama dagang (Huruf Besar) Nama Lainnya (huruf Kecil) Nama Latin (tanda kurung)	Kelas		Berat jenis Kering Udara	Pemakaian di kapal	Tempat Tumbuh (Daerah)
		Awet	Kuat			
19.	GISOK Gisok gunung (Shorea Guiso Bl.)	II-III	I-II	0,73-0,97	Gading, galar, kulit, papan geladak, balok geladak	Sumatera, Kalimantan
20.	GOFASA Batu, bitti, tempira, valata, kalban (Vitex Cofassus Reinw.)	II-III	II-III	0,57-0,93	Gading, kulit, papan geladak	Sulawesi, Maluku, Irian Jaya
21.	JATI Teak, taok, jatos, deleg, dodolan, jate, kiati (Tectona Grandis Lf.)	I-II	II	0,59-0,82	Semua bagian kapal	Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara
22.	JOHAR (Cassia sianea lank)	I-II	I-II	0,68-0,96	Papan geladak, dinding rumah geladak	Jawa, Sumatera
23.	KAPUR Kamper, sintok, petanang, kuras, burnes (Dryobalanops lanceolata Burck)	II-III	I-II	0,68-0,94	Kulit, papan geladak, gading, balok geladak, rumah geladak, galar	Sumatera, Kalimantan
24.	KEMPAS Nanggeris, hampar, tualang, bengaris (Koonpasia malaccensis Maing)	III-IV	I-II	0,68-1,29	Lunas, linggi, galar, gading, pondasi mesin	Sumatera, Kalimantan
25.	KERUING Palahlar, keladan, logam ariung, kayu kawan, tenpulan, dermala, andiri, kakap (Dipterocarpus Specdiv)	III	I-II	0,51-1,01	Kulit, papan geladak, gading- gading	Sumatera, Jawa, Kalimantan
26.	KETAPANG Sirise (Terminalia balerica Roxb)	III-V	II-III	0,41-0,85	Gading- gading, papan geladak, galar	Seluruh Indonesia
27.	KOLAKA Bunga (Parinari coryabosa Mig)	III	I	0,73-1,09	Gading-gading, galar, balok geladak, papan geladak, Kulit	Seluruh Indonesia
28.	KOSAMBI Kesambi (Schleichera oleosa Merr.)	III	I	0,94-1,10	Lunas, linggi, gading-gading, papan geladak, balok geladak, lutut	Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara



No	Nama dagang (Huruf Besar) Nama Lainnya (hruf Kecil) Nama Latin (tanda kurung)	Kelas		Berat jenis Kering Udara	Pemakaian di kapal	Tempat Tumbuh (Daerah)
		Awet	Kuat			
40.	MERANTI BATU (Shorea platiclados)	II-IV	II-IV	0,29-1,01	Lunas, linggi, kulit, papan eladak, gading	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
41.	MERANTI MERAH Banic, damar, lampung, seraya lanan, ubun salak (Shorea Acuminata Dyer.)	III-IV	II-IV	0,29-1,01	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
42.	MERANTI PUTIH Kayu takan, honi, damar, cermin, mesegar, meranti bodat (Shorea lamellata)	III-IV	II-IV	0,29-0,96	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku
43.	MERAWAN Nyerakat, damar lilin, dasar, manirawan, gagil (Hopea Sericea Bl.)	II-III	II-III	0,42-1,03	Papan geladak, konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan
44.	MERBAU Ipil, merbo, bayan, kayu besi (Intsia bijuga O.)	I-II	I-II	0,52-1,04	Bagian kapal diatas garis air	Seluruh Indonesia
45.	NYIRIK (Xylocarpus Granatum Koen)	II-III	II	0,72-0,74	Bagian konstruksi didas garis air	Seluruh Indonesia
46.	PASANG Han pening, pening-pening, begung, hoting, karamajo, bataruwa, urakas, palele (Quercus Lineata Bl.)	II-IV	I	0,94-1,10	Gading-gading, galar, balok geladak	Seluruh Indonesia
47.	PATIK Selumar (Mussaendopsis beccariana Baill)	I-II	I	0,82-1,02	Gading-gading, galar, kulit, balok geladak, papan geladak	Sumatera, Kep Riau, Kalimantan
48.	PELAWAK (Tristania Meingayi Duthie)	I-III	I	1,00-1,19	Lunas, Linggi, gading-gading dan bagian yang memerlukan kekuatan	Sumatera, Kalimantan
49.	PEREPAT DARAT (Conbretocarpus rotundatus Dans)	III	II	0,67-0,85	Bagian konstruksi didas garis air	Sumatera, Kalimantan



No	Nama dagang (Huruf Besar) Nama Lainnya (huruf Kecil) Nama Latin (tanda kurung)	Kelas		Berat jenis Kering Udara	Pemakaian di kapal	Tempat Tumbuh (Daerah)
		Awet	Kuat			
50.	PEREPAT LAUT Ranbai papan, perepak, beropa	II-III	I-II	0,62-1,00	Gading, kulit, papan geladak, balok geladak	Seluruh Indonesia
51.	PETALING Petatar, ampilung (<i>Ochanostachys amentacea</i> Mast.)	I-II	I-II	0,72-1,09	Lunas, linggi, gading-gading, galar, kulit	Sumatera, Kalimantan
52.	PINANG (<i>Pentace Triptera</i> Mast.)	III-IV	II-III	0,47-0,87	Balok Konstruksi diatas garis air	Sumatera, Kalimantan
53.	POLAPI Polapipoote, piratu, kalapi (<i>Kallapia celebica</i> kastera)	I-III	II	0,59-0,90	Papan geladak, papan alas dalam, rumah geladak	Sumatera, Kalimantan
54.	PUNAK Punagit (<i>Tetraserista glabra</i> Miq.)	III-IV	II	0,55-0,90	Papan geladak, konstruksi bangunan atas	Sumatera, Kalimantan
55.	PUSPA Sadang keladi (<i>schima wallichii</i> korth)	III	II	0,62-0,71	Gading, kulit, galar, papan geladak	Sumatera, Jawa, Kalimantan
56.	PUTAT Telisai, wiwa (<i>Planchonia valida</i> Bl.)	II-III	I-II	0,80-0,89	Papan geladak, kulit, gading- gading	Seluruh Indonesia
57.	RENGAS Bara-bara, ngengas, regeh (<i>Gluta Renghas</i> L.)	II	II	0,59-0,84	Gading, galar, kulit, papan geladak, balok geladak	Sumatera, Jawa, Kalimantan
58.	RESAK Rasak, resak, sigan, aboh, cengal, arsad, biru, arowe (<i>Vatica</i> Spp.)	II	III	0,49-0,99	Lunas, gading, linggi, kulit, galar, balok geladak	Sumatera, Kalimantan, Maluku, Irian Jaya
59.	SAWO KECIK (<i>Manilkara kauki</i> Dub.)	I	I	0,97-1,06	Bantalan poros baling-baling	Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara
60.	SIMPUR Simpur jangkang (<i>Dillenia erinia</i> Miq.)	III-IV	I-III	0,50-0,89	Konstruksi diatas garis air	Sumatera, Jawa, Kalimanta, Sulawesi



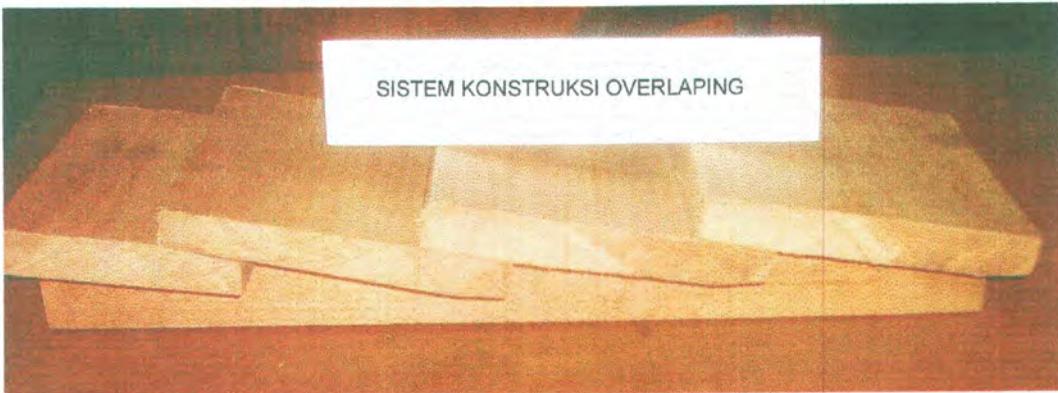
No	Nama dagang (Huruf Besar) Nama Lainnya (huruf Kecil) Nama Latin (tanda kurung)	Kelas		Berat jenis Kering Udara	Pemakaian di kapal	Tempat Tumbuh (Daerah)
		Awet	Kuat			
61.	SOLEWE Polapi, latoo (<i>Madhuca philipponosis</i> Merr)	I-II	I-II	0,84-0,93	Lunas, linggi, galar, kulit, gading- gading	Sulawesi
62.	TANJUNG Nane (<i>Misusops elengi</i> L.)	I-II	I	0,92-1,12	Gading-gading, galar, lunas, kulit	Sumatera, Jawa, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara
63.	TEMBESU Tembesu, tembusan talang, t.tandak, t. rawang ketan, randa tiying (<i>Fagraea fragrans</i> Rorb.)	I	II	0,72-0,93	Lunas, linggi, gading-gading, kulit	Sumatera, Jawa, Kalimantan
64.	TEMPIMIS (<i>Sloetia elongatia</i> Ida.)	I	I	0,92-1,20	Lunas, Linggi, Kulit dan bagian yang memerlukan kekuatan	Sumatera, Sulawesi
65.	TERALING Dungun, mengkulung (<i>Terrietia ayaplicifolia</i> Mast.)	II-IV	II	0,52-0,99	Papan, gading- gading	Sumatera, Jawa, Sulawesi
66.	ULIN Bulian (<i>Kosideroxylon Zwageri</i> T.et.B)	I	I	0,88-1,19	Semua bagian kapal, terutama yang memerlukan kekuatan	Sumatera, Kalimantan
67.	TUALANG Bengaris, kempas (<i>Koonpassia erselsa</i> Taub.)	III-IV	I-II	0,57-1,12	Lunas, linggi, pondasi mesin, kulit, gading- gading, galar	Sumatera, Kalimantan, Sulawesi
68.	WALIKUKUN (<i>Schoutenia ovata</i> Korth)	II	I	0,90-1,08	Semua bagian kapal, terutama yang memerlukan kekuatan	Jawa, Tenggara Nusa

**B. KELAS AWET KAYU**

KELAS AWET	I	II	III	IV	V
Selalu berhubungan dengan tanah lembab	8 tahun	5 tahun	3 tahun	Sangat pendek	Sangat pendek
Hanya terbuka terhadap angin dan iklim tetapi dilindungi terhadap pemasukan air dan kelembasan	20 tahun	15 tahun	10 tahun	Beberapa tahun	Sangat pendek
Dibawah atap tidak berhubungan dengan tanah lembab dan dilindungi terhadap kelembasan	Tak terbatas	Tak terbatas	Sangat lama	Beberapa tahun	pendek
Dibawah atap tidak berhubungan dengan tanah lembab dan dilindungi terhadap kelembasan tetapi dipelihara dengan baik, selalu dicat dsb.	Tak terbatas	Tak terbatas	Tak terbatas	20 tahun	20 tahun
Serangan oleh rayap	tidak	jarang	Agak cepat	Sangat cepat	Sangat cepat
Serangan oleh bubuk kayu kering	tidak	tidak	Hampir tidak	Tak seberapa	Sangat cepat

**C. KELAS KUAT KAYU**

KELAS KUAT	BERAT JENIS KERING UDARA (Ton/m ³)	KUKUH LENTUR MUTLAK (Kg/cm ²)	KUKUH TEKANAN MUTLAK (Kg/cm ²)
I	≥ 0,90	≥ 1100	≥ 650
II	0,90 - 0,60	1100 - 725	650 - 425
III	0,60 - 0,40	725 - 500	425 - 300
IV	0,40 - 0,30	500 - 360	300 - 215
V	≤ 0,30	≤ 360	≤ 215



Gambar spesimen sistem konstruksi overlapping



Gambar kerusakan pada papan setelah pengujian bending



Gambar spesimen sistem konstruksi overlapping



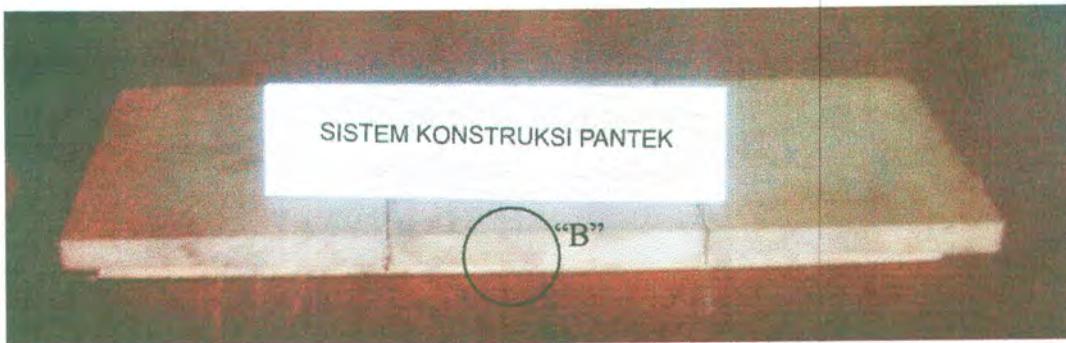
Gambar Detail "B" kerusakan pada papan setelah pengujian bending



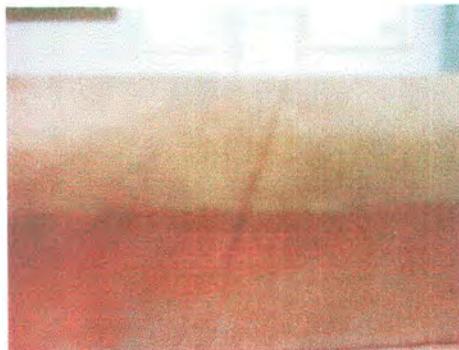
Gambar spesimen sistem konstruksi pantek



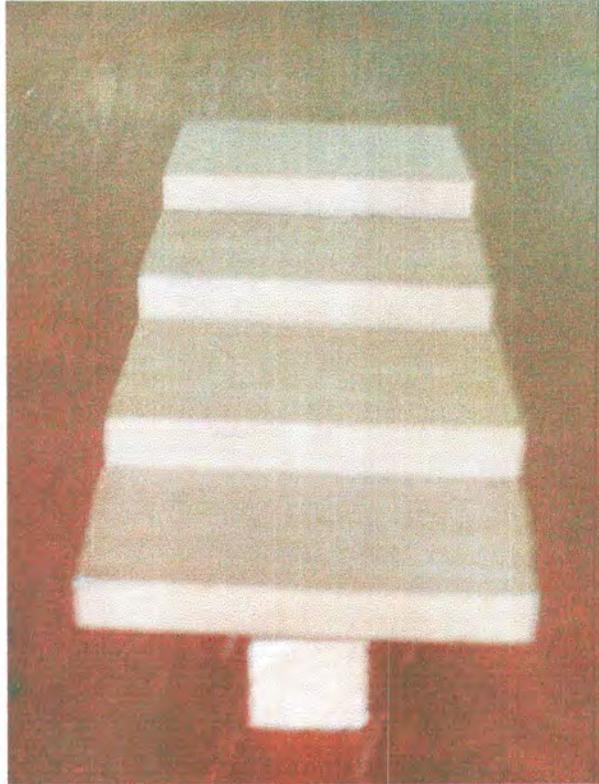
Gambar detail "A" kerusakan pada papan setelah pengujian bending



Gambar spesimen sistem konstruksi pantek



Gambar detail "B" kerusakan pada papan setelah pengujian bending



Gambar arah memanjang spesimen sistem konstruksi overlapping



Gambar arah memanjang spesimen sistem konstruksi pantek

