

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Tarik Material Kayu

Spesimen uji tarik pada kayu dilakukan pada dua spesimen uji. Dengan mengacu pada ASTM (*American Standart for Testing Material*) Wood *D1037 Tensile Strength Paralel to Surface* maka diperoleh hasil pengujian yang tidak bervariasi pada masing-masing spesimen (Tabel 3 dan Tabel 4).

Tabel 3. Pengujian tarik spesimen I

Beban (kN)	Regangan	E (Pa)
12	0.00105182	6998861284
14	0.00138051	7818405797
16	0.00172564	8398481712
18	0.00223511	10689294063
20	0.00258024	15232145211
22	0.00308972	18247494063
E Rata-rata =		11230780355

Tabel 4. Pengujian tarik spesimen II

Beban (kN)	Regangan	E (Pa)
12	0.00147912	6859123736
14	0.001824248	7949182658
16	0.002136506	8215242152
18	0.002613112	10689294064
20	0.002781234	14378481712
22	0.00295824	18689294123
E Rata-rata =		11130103074

Pengujian tarik menunjukkan adanya perbedaan tegangan yang dialami spesimen pada setiap kenaikan beban. Kenaikan ini terjadi karena regangan yang dialami juga mengalami peningkatan sampai menyebabkan patah (*broke*). Modulus dengan regangan dan tegangan berbanding adalah lurus. Perbedaan modulus dari kedua hasil pengujian sekitar $100677281 \text{ Pa} \approx 1 \times 10^8 \text{ Pa}$. Sedangkan modulus elastisitas rata-rata adalah $E = 11180441715 \text{ Pa}$ atau $E = 111,80 \times 10^8 \text{ Pa}$.

Dalam buku Atlas Kayu Indonesia (Martawijaya, 1982) diberikan informasi tentang modulus elastisitas kayu kamfer dalam keadaan kering adalah $E = 126 \times 10^8 \text{ Pa}$. Perbedaan nilai yang cukup signifikan terjadi karena pengaruh higroskopis yang dimiliki oleh kayu dan juga mutu kayu yang berbeda (Felix Yap, 1991). Selain itu, sifat-sifat kayu yang lain juga sangat mempengaruhi kekuatan kayu antara lain sifat mekanik. Bila ditinjau dari sifat mekanik maka faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu adalah pengaruh kadar lengas, pengaruh kembang susut dan pengaruh penyimpangan arah serat. Perubahan kadar lengas kayu menyebabkan mengembang dan menyusutnya kayu. Sel-sel kayu mengandung air. Sebagian air disebut air bebas (*free water*) yang mengisi ruangan sel kayu dan sebagian lagi disebut air ikat (*imibibet water*) yang menembus dinding sel dan kemudian ditahan oleh pori-pori dinding sel. Bila kayu mengering, air bebas keluar lebih dahulu kemudian air ikat akan meninggalkan dinding sel. Pada kondisi kayu terus mengering, air bebas akan habis. Keadaan ini disebut titik jenuh serat (*fiber saturation point*). Saat itu kadar lengasnya berkisar antara 25 sampai 35%. Apabila kayu terus mengering hingga di bawah titik jenuh seratnya akan menyebabkan dinding sel semakin padat, akibatnya serat-seratnya menjadi kuat dan kokoh. Turunnya kadar lengas kayu mengakibatkan bertambahnya kekuatan kayu. Hal ini tidak

berpengaruh hanya pada pengujian tarik namun juga pada pengujian statis spesiemen. Kayu sangat peka terhadap terhadap kadar lengas udara di sekelilingnya. Kayu akan selalu berusaha mencapai keseimbangan dengan keadaan tersebut. Kayu akan menghisap air dari udara dan akan mengeluarkan kandungan air. Daya hisap ini dipengaruhi temperatur udara. Hal berikutnya yang mempengaruhi kekuatan kayu adalah kembang-susut. Kayu akan mengembang bila kadar lengasnya bertambah dan akan menyusut bila kadar lengasnya berkurang. Kembang susut ini dipengaruhi derajat panas dan angka rapat kayu. Pengaruh kembang susut berbeda dalam arah serat penampang kayu yaitu arah radial (menuju pusat kayu/tegak lurus arah serat), arah tangensial (searah dengan garis singgung) dan arah aksial (searah dengan arah panjang batang/sejajar arah serat). Penyusutan kayu mengakibatkan cacat kayu, misalnya sobek dan pecah-pecah. Cacat kayu ini cenderung akan mengurangi kekuatan kayu. Arah serat kayu mempengaruhi modulus kenyal juga kuat tarik. Sehingga setiap kayu memiliki perbedaan apabila diuji menurut ketiga arah tersebut.

4.2 Pengujian *Bending* Sambungan Plain Scarf

Lambung kapal kayu dapat dianggap sebagai tumpuan yang diberi beban merata pada setiap lambung. Beban yang diterima seharusnya dari dalam dan luar kapal itu sendiri. Namun untuk memodelkan lambung dengan beban dari dalam dan luar memerlukan peralatan yang kompleks, maka lambung kapal dengan tipe sambungan *plain scarf* dibuat dengan beban terpusat di mana beban terpusat ini dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan maksimum lambung kapal untuk menahan beban hingga batas maksimum yaitu lambung kapal mengalami patah. Lambung kapal ini diuji dengan perbedaan panjang sambungan dan 3 buah spesiemen untuk setiap sambungan (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil pengujian statis spesimen

No.	Ukuran Sambungan (mm)	Spesimen	Beban Maksimum (kN)	Stress (10^4 Pa)	Rata-Rata Stress (10^4 Pa)
1	200	1	14.80	40.08	41.66
		2	16.05	43.47	
		3	15.48	41.44	
2	250	1	19.51	52.82	48.67
		2	16.07	42.72	
		3	18.78	50.48	
3	270	1	20.15	56.14	55.76
		2	19.86	54.21	
		3	20.55	56.94	
4	300	1	21.98	58.82	60.02
		2	22.24	60.23	
		3	22.72	61.02	

Dari pengujian statis, setelah melakukan tiga kali pengujian, beban maksimum yang mengakibatkan spesimen patah ternyata mengalami variasi. Namun rata-rata beban maksimum menunjukkan kenaikan yang cukup signifikan. Variasi beban ini terjadi juga karena pengaruh sifat-sifat kayu tadi. Pengujian spesimen tidak dilakukan pada saat yang sama, karena pemasangan spesimen pada tumpuan memerlukan waktu. Sebagai tambahan saat pengujian terdapat perbedaan suhu. Kondisi ini mungkin menjadi alasan terjadinya perbedaan pada perhitungan beban maksimum karena akan ada penambahan dan pengurangan kadar lengas begitu juga dengan timbulnya berbagai cacat kayu. Pengujian dilakukan dengan arah serat yang sama, namun kemungkinan perbedaan besar arah serat radial akan mempengaruhi hasil kekuatan kayu.

Dari ketiga percobaan maka dapat disimpulkan bahwa ukuran konstruksi *plain scarf* yang paling kuat pada sambungan papan kulit lambung adalah 300 mm.

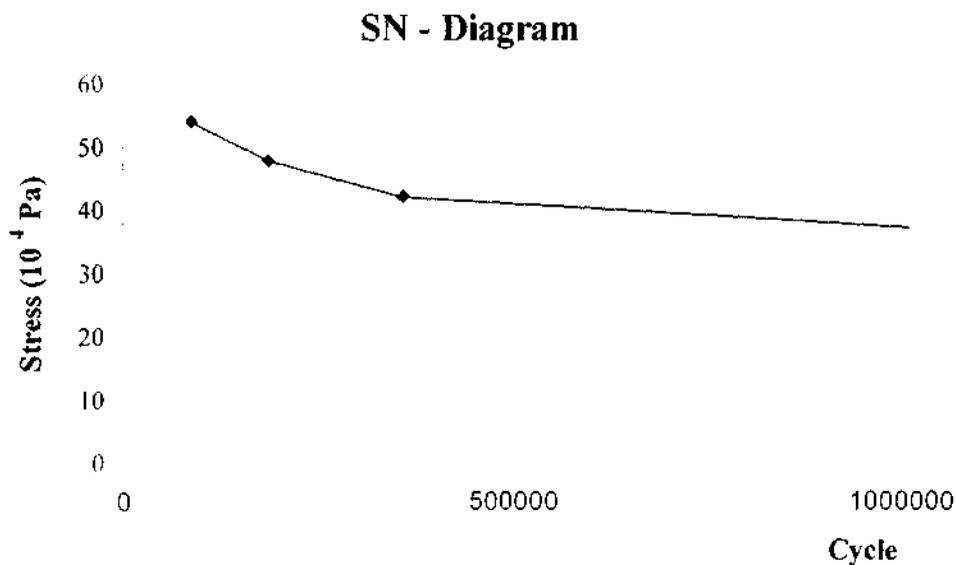
4.3 Pengujian *Fatigue* Sambungan Plain Scarf

Tabel 6. Hasil pengujian dinamis

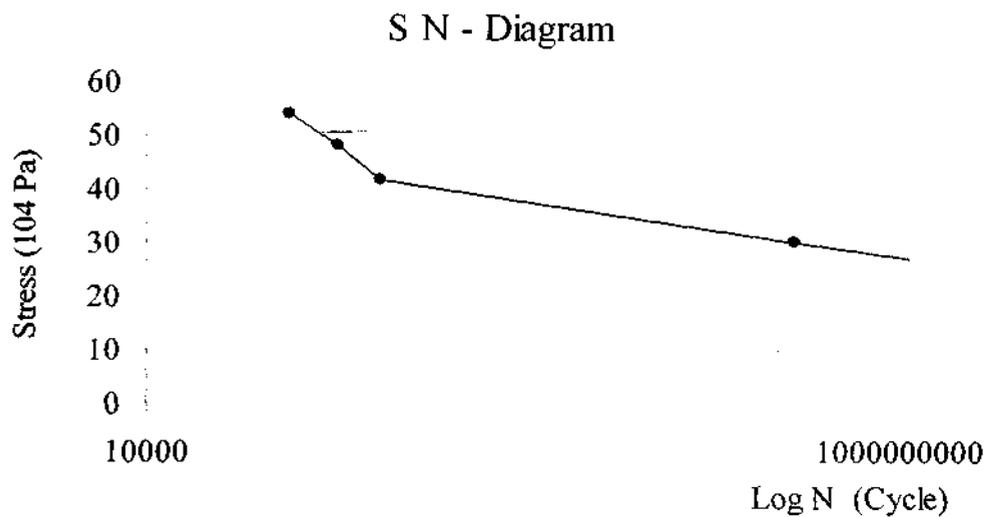
% Stress Maksimum	Stress (10^4 Pa)	Cycle Count
90%	54.018	87717
80%	48.016	187253
70%	42.014	357938
50%	30.01	1987717 *
30%	18.006	2698721*

(* spesimen tidak rusak)

Bila digambarkan dalam bentuk SN diagram maka grafik harus dibuat dalam bentuk cycle dan logaritma cycle.



Gambar 9. SN-Diagram sambungan plain scarf 30 cm



Gambar 10. SN-Diagram Sambungan plain scraf 30 cm dalam log N dan Tegangan

The Gougeon Brothers (1995) menjelaskan bahwa kayu memiliki kekuatan dinamis (kekuatan lelah) yang berbeda dibandingkan dengan material logam. Kelelahan pada kayu berada lebih tinggi daripada material logam (*mild steel*). Material logam memiliki kelelahan terendah sekitar 25% tegangan maksimum, sedangkan untuk kayu sekitar 60% tegangan maksimum atau hampir 2 kali lebih besar dari material logam. Hal ini berarti kegagalan struktur material logam lebih tinggi jika dibandingkan dengan material kayu apabila diberi pembebanan secara kontinu masing-masing pada batas kelelahan terendah. Tegangan di bawah tegangan terendah merupakan *fatigue limit* material. Pada keadaan ini struktur tidak akan mengalami kegagalan (*failure; break, wreckage*) kecuali pengaruh sifat fisis material (korosi/lapuk). Untuk merancang suatu bangunan baik konstruksi rumah, gedung ataupun bangunan kapal dianjurkan untuk mengetahui besar *fatigue limit* agar ketahanan struktur dapat diprediksi serta upaya kegagalan dapat diantisipasi. Diagram S-N menunjukkan pada saat material dibebani berturut-turut dengan 30% dan 50% tegangan maksimum ternyata spesimen dengan hampir 2 jutaan

cycle tidak mengalami perubahan atau kerusakan pada material/spesimen. Sedangkan pada 70% tegangan maksimum spesimen mengalami kegagalan. Dapat disimpulkan bahwa *fatigue limit* material- kayu kamfer berada antara 50% s.d 70% tegangan maksimum. Nilai ini masih berada dalam batas yang dikemukakan oleh The Gougeon Brother yaitu 60%.