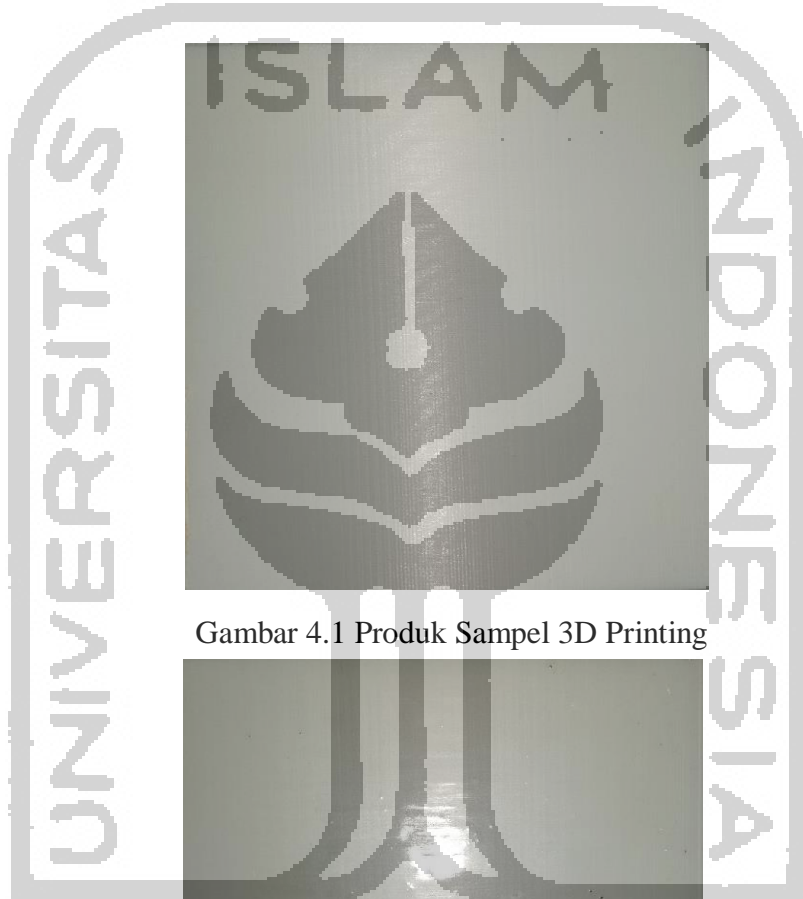


BAB 4

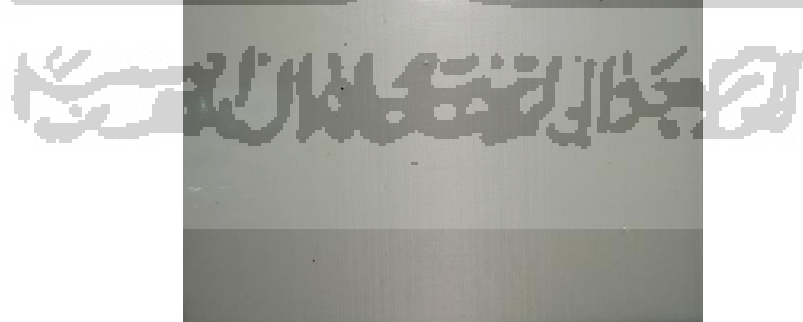
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Produk Uji Sampel

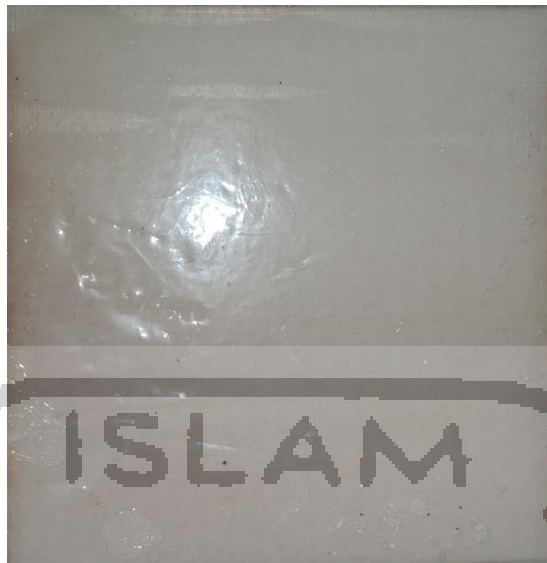
1. Hasil Produk Uji Sampel Produk 3DP, 3DP + Resin, 3DP + Fiberglass, dan 3DP + Sandwich seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.1 Produk Sampel 3D Printing



Gambar 4.2 Produk Sampel 3DP + Resin



Gambar 4.3 Produk Sampel 3DP + Fiberglass



Gambar 4.4 Produk Sampel 3DP + Sandwich

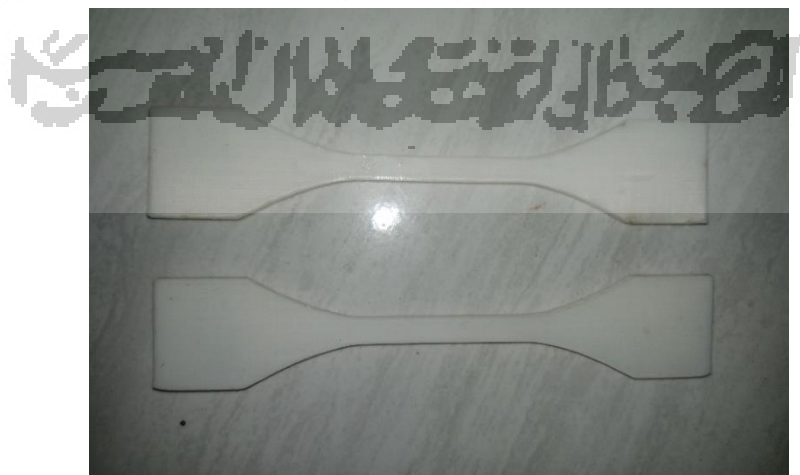
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan *Density*

| | P (mm) | L (mm) | T (mm) | V (mm ³) | Massa (gr) | Density (gr/cm ³) |
|----------------|--------|--------|--------|----------------------|------------|-------------------------------|
| 3D Printing | 115 | 6 | 2,8 | 1932 | 4 | 2,02 |
| 3DP+Resin | 115 | 6 | 3,05 | 2104,5 | 4,2 | 1,95 |
| 3DP+Fiberglass | 115 | 6 | 3,55 | 2449,5 | 6 | 2.3 |
| 3DP+Sandwich | 115 | 6 | 5,6 | 3864 | 8 | 2,02 |

2. Produk Sampel uji untuk Pengujian Tarik seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5 Sampel Uji Tarik 3DP



Gambar 4.6 Sampel Uji Tarik 3DP + Resin



Gambar 4.7 Sampel Uji Tarik 3DP + Fiberglass



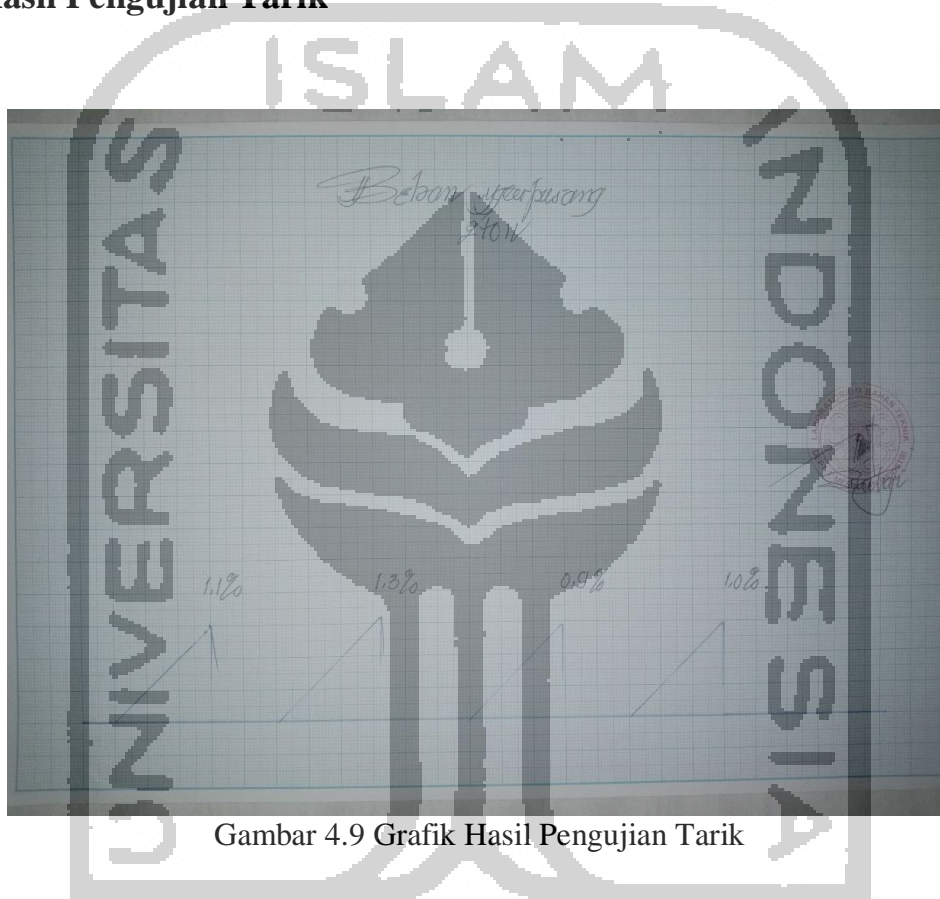
Gambar 4.8 Sampel Uji Tarik 3DP + Sandwich

Hasil Pengujian

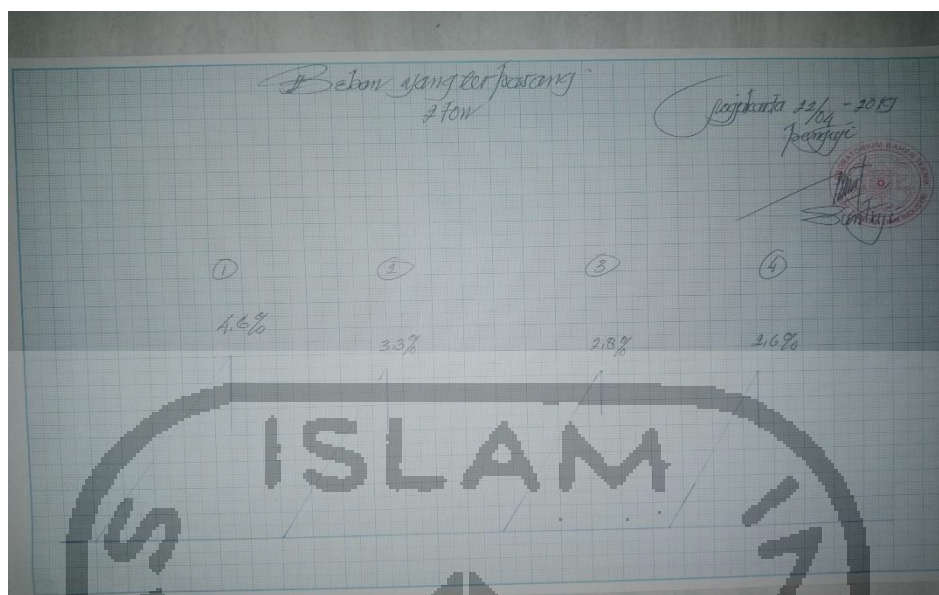
4.2 Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan Pengujian Tarik yang telah dilakukan, didapatkan hasil dan analisa sebagai berikut :

4.2.1 Hasil Pengujian Tarik



Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Tarik



Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Tarik

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik

| Keterangan | Nomor | A (Luas) mm ² | F.max (N) | ΔL (mm) | L ₀ (mm) |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------|-----------------|---------------------|
| 3DP | A1 (3DP) | 16,8 | 176,58 | 2,9 | 57 |
| | A2 (3DP) | 16,8 | 196,2 | 3 | 57 |
| 3DP + Resin | B1 (3DP + Resin) | 18,3 | 215,82 | 3 | 57 |
| | B2 (3DP + Resin) | 18,3 | 255,06 | 3,2 | 57 |
| 3DP + Fiberglass | C1 (3DP + Fiberglass) | 21,3 | 549,36 | 3,4 | 57 |
| | C2 (3DP + Fiberglass) | 21,3 | 510,12 | 2,5 | 57 |
| 3DP + Sandwich | D1 (3DP + Sandwich) | 30,36 | 902,52 | 4,5 | 57 |
| | D2 (3DP + Sandwich) | 30,36 | 647,47 | 3,5 | 57 |

Berikut digunakan data hasil pengujian sampel komposit D1 untuk mencari nilai Tegangan Tarik Maksimum dan Regangan Tarik dengan contoh sebagai berikut :

Diketahui : $F_{max} = 902,52 \text{ N}$

$$A = 30,36 \text{ mm}^2$$

$$L_0 = 57 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 4,5 \text{ mm}$$

Tegangan Tarik Maksimum :

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_t = \frac{902,52}{30,36}$$

$$\sigma_t = 29,72 \text{ N/mm}^2 = 29,72 \text{ MPa}$$

Nilai Regangan Tarik :

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$e = \frac{4,5}{57} \times 100\% = 7,89\%$$

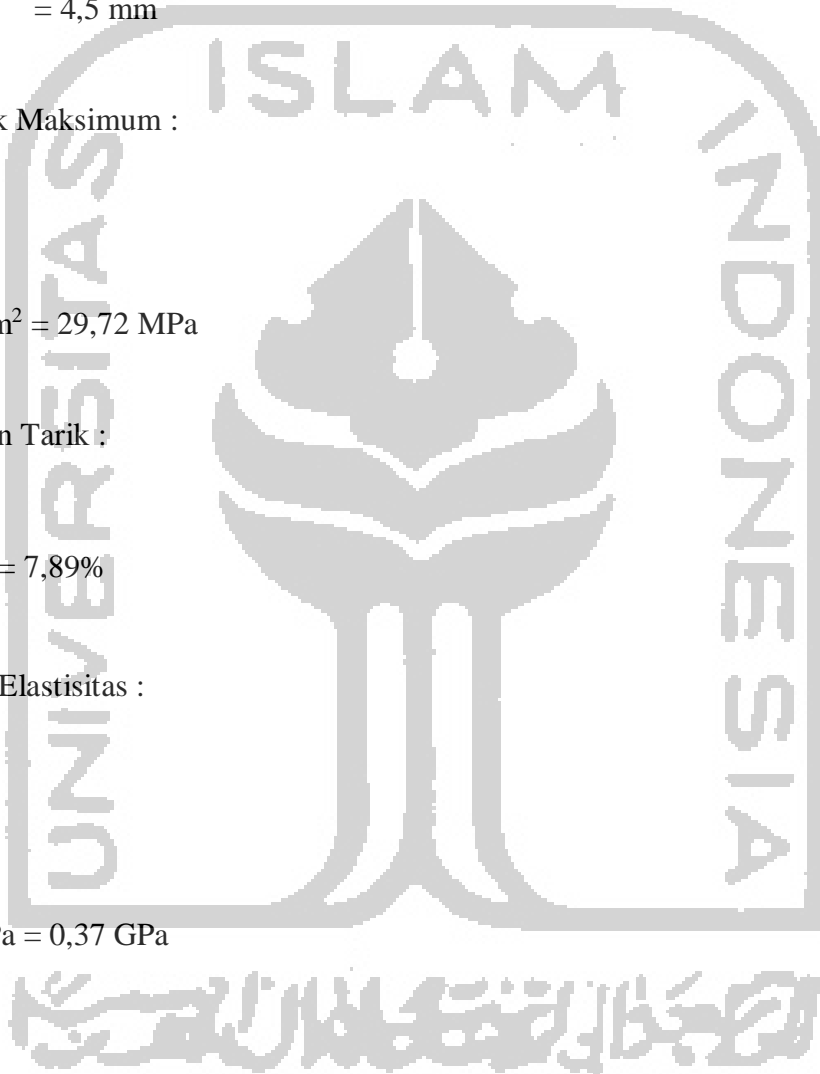
Nilai Modulus Elastisitas :

$$\sigma = E \times e$$

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

$$E = \frac{29,72}{0,0789}$$

$$E = 376,67 \text{ MPa} = 0,37 \text{ GPa}$$

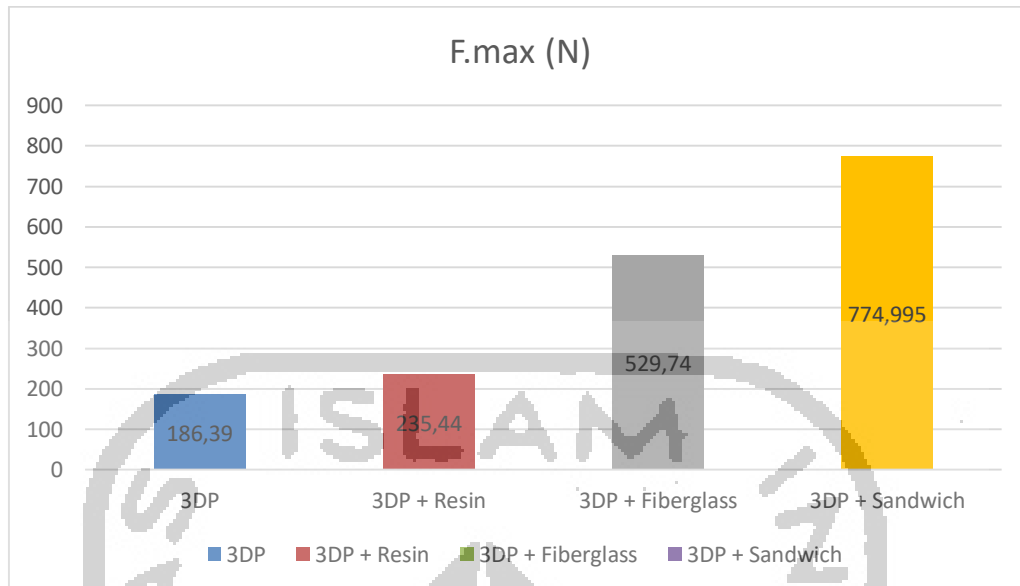


Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Hasil Tegangan Tarik dan Regangan

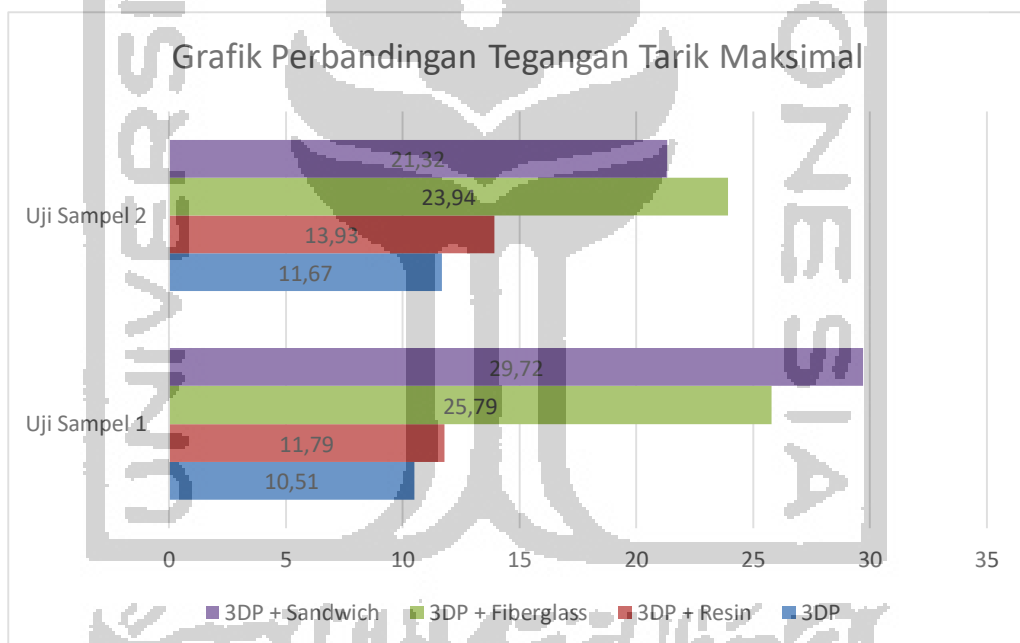
| Keterangan | Nomor | F.max (N) | σ Max | σ Max (Rata-rata) | Presentasi % Peningkatan σ Max (Rata-rata) | Regangan | E (GPa) | Presentasi % Peningkatan E |
|------------------|-------|-----------|--------------|--------------------------|---|----------|---------|----------------------------|
| 3DP | A1 | 176,58 | 10,51 | 11,09 | 0 % | 0,0508 | 0,20 | 0 % |
| | A2 | 196,2 | 11,67 | | | 0,052 | 0,22 | 9 % |
| 3DP + Resin | B1 | 215,82 | 11,79 | 12,86 | 16 % | 0,052 | 0,22 | 9 % |
| | B2 | 255,06 | 13,93 | | | 0,0561 | 0,24 | 8 % |
| 3DP + Fiberglass | C1 | 549,36 | 25,79 | 24,86 | 124 % | 0,0596 | 0,43 | 44 % |
| | C2 | 510,12 | 23,94 | | | 0,0438 | 0,54 | 20 % |
| 3DP + Sandwich | D1 | 902,52 | 29,72 | 25,52 | 130 % | 0,0789 | 0,37 | -45 % |
| | D2 | 647,47 | 21,32 | | | 0,0614 | 0,34 | -8 % |

4.2.2 Pembahasan

Berdasarkan data hasil perhitungan dan nilai yang ditunjukkan pada table 4.2 dan table 4.3, peneliti mengambil beban maksimal terbesar pada sampel uji 3DP, 3DP + Resin, 3DP + Fiberglass, dan 3DP + Sandwich untuk membandingkan dan mengetahui pengaruh penambahan kekuatan dari hasil 3D printing terhadap *sandwich* komposit. Maka didapatkan hasil bahwa pada sampel uji 3DP + Sandwich mampu menahan beban maksimal lebih besar yaitu 774,995 dibandingkan dengan sampel uji komposit yang lain seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.1



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Beban Maksimal



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Tegangan Tarik Maksimal

Dan untuk hasil tegangan tarik maksimal, nilai tertinggi dan tegangan tarik maksimal terdapat pada sampel uji sampel 1 yaitu 3DP + Sandwich 29,72 MPa (Uji sampel 1). Tegangan maksimal rata-rata pada komposit uji sampel 1 juga yang tertinggi yaitu menunjukkan 19,45 MPa. Sehingga didapatkan hasil yang relative jauh jika hanya 3DP saja dengan penambahan 3DP + Sandwich.

4.2.3 Bentuk Kegagalan yang terjadi pada Uji tarik 3D Sandwich

Pengamatan struktur makro dilakukan pada bentuk patahan benda uji, berikut ini adalah foto makro dari spesimen :



Gambar 4.13 Foto Makro pada Spesimen 3DP + Sandwich



Gambar 4.14 Foto Makro pada Spesimen

Bentuk patahan material komposit *sandwich* yang terjadi pada spesimen uji (Gambar 4.13) adalah patahan tunggal, yang mana patahan tunggal patahan yang terjadi hanya pada satu bidang kotak saja yang disebabkan ketika serat putus akibat beban tarik. Sedangkan bentuk patahan yang terjadi pada spesimen uji (Gambar 4.14) adalah delaminasi, delaminasi merupakan salah satu dari model kerusakan kritis yang terjadi pada komposit. Delaminasi terjadi karena beberapa faktor seperti tegangan interlaminar yang tinggi dan konsentrasi tegangan pada lokasi retak. Hasil pengamatan mikroskopis juga memperlihatkan bahwa peristiwa-peristiwa kegagalan material merupakan proses yang sangat majemuk dan berkaitan satu

sama lain, sehingga dapat dikatakan tidak ada peristiwa yang menjadi penyebab tunggal utama terjadinya kegagalan pada patahan. Hal tersebut dikarenakan oleh sistem dua fasa komposit yang disatukan dengan ikatan *adhesive* antar permukaan bahan. Akan tetapi paling tidak dapat diketahui kegagalan ditandai oleh retakan-retakan epoxy karena keadaan saturasi dalam mendistribusikan beban pada *fiber*.

