

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Komposit

Material/bahan terdiri atas logam, polimer, keramik dan komposit. Setiap material mempunyai keunggulan masing-masing. Pada industri manufaktur dibutuhkan material yang memiliki sifat-sifat yang tidak didapat dari logam. Komposit merupakan material yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Bambang Kismono Hadi dalam bukunya menyatakan tentang komposit bahwa "bahan komposit merupakan dua macam atau lebih bahan yang digabungkan menjadi satu dalam skala makroskopis (bahan pembentuknya dapat terlihat langsung oleh mata)"³. Sedangkan basuki widodo dalam jurnalnya menyatakan tentang komposit yaitu:

"komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabungkan menjadi satu bahan secara makroskopis dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan"⁴.

Dari beberapa penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa komposit merupakan suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua bahan atau lebih yang sifat masing-masing bahan berbeda satu dengan lainnya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (makroskopis) sehingga

³Bambang Kismono Hadi, *Mekanika Struktur Komposit*, (Bandung: Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, 2000), p. 1.

⁴Basuki Widodo, *Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random)*, (Jurnal Teknologi Technoscintia Volume 1, No. 1, ITN Malang, 2008), p. 2.

menjadi material baru yang lebih berguna. Hal ini berbeda dengan paduan atau *alloy*, yang material atau bahan paduannya tidak dapat terlihat lagi oleh mata (mikroskopis).

1. Material Pembentuk Komposit

Komposit pada umumnya terdiri atas dua jenis unsur yang berbeda yaitu pengikat (matriks) dan penguat (*reinforcement*). Penguat memberikan pengaruh terbesar terhadap sifat material komposit. Penguat berfungsi untuk menambah kekuatan, kekakuan, dan ketahanan bahan, sedangkan matriks berfungsi untuk melindungi penguat, mentransfer gaya, temperatur, dan *chemical resistance*.⁵

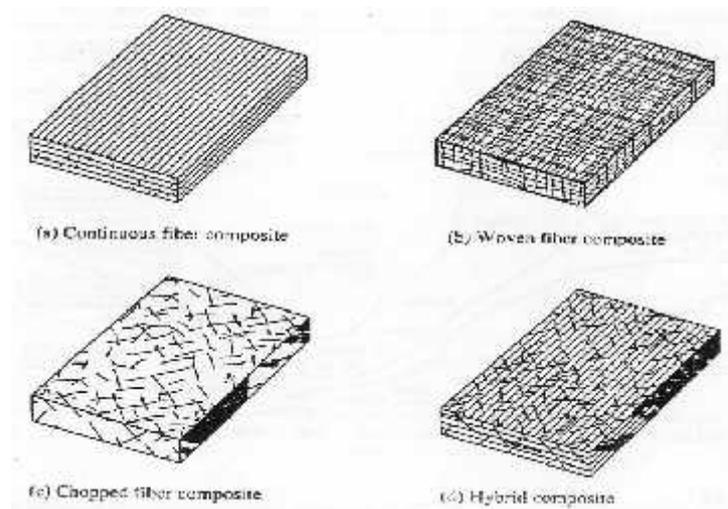
2. Klasifikasi Komposit

Material Komposit dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan pada bentuk penguat dan jenis matriks yang digunakan. Material komposit menurut matriks pembentuknya digolongkan menjadi tiga jenis yaitu terdiri dari komposit matriks logam, komposit matriks keramik, dan komposit matriks polimer. Pada komposit matriks polimer menggunakan bahan polimer sebagai matriksnya. Bahan polimer yang digunakan sebagai matriks mulai dari resin termoset, seperti poliester, epoksi, fenol, dan lainnya, sampai resin termoplastik, seperti poliamida, polikarbonat, polietilen tereftalat, dan lainnya.

⁵Arfie Armelia Erissonia Ifannossa, Bambang Kismo Hadi, dan Muhammad Kusni, *Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serat Bambu Laminat Helai dan Woven yang Dibuat dengan Metode Manufaktur Hand Lay-up*, (Jurnal Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin ke-9, Institut Teknologi Bandung, 2010), p. 36.

Material komposit menurut bentuk penguat digolongkan menjadi tiga jenis yaitu terdiri dari komposit partikel, komposit lapis, dan komposit serat. Pada komposit serat, serat berfungsi sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit tergantung dari jenis serat yang digunakan. Gambar 2.1 menunjukkan jenis pengaplikasian bentuk serat pada komposit. Jenis komposit serat terbagi menjadi empat macam yaitu:

- a) *Continuous fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat panjang),
- b) *Woven fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat anyaman),
- c) *Chopped fiber composite* (komposit diperkuat serat pendek/acak),
- d) *Hybrid composite* (komposit diperkuat serat panjang dan serat acak).⁶



Gambar 2.1 Jenis Komposit Berdasarkan Serat⁷

⁶ Ronald F. Gibson, *Principles of Composite Material Mechanics*, (New York: McGraw-Hill, Inc, 1994), p.4.

⁷ Ibid., p.5.

3. Keunggulan dan Kelemahan Komposit

Bahan komposit mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan konvensional seperti logam. Beberapa keunggulan pemakaian bahan komposit yaitu⁸:

- a) Memiliki sifat mekanik yang baik.
- b) Tidak mudah korosif.
- c) Bahan baku yang mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah.
- d) Memiliki massa jenis yang lebih rendah dibanding dengan serat mineral.
- e) Mampu berfungsi sebagai peredam yang baik.

Selain memiliki keunggulan, bahan komposit juga memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan pemakaian bahan komposit yaitu:

- a) Tidak tahan terhadap beban shock (kejut) dan crash (tabrak) dibandingkan dengan metal.
- b) Kurang elastis
- c) Lebih sulit dibentuk secara plastis
- d) Suhu aplikasi rendah

4. Aplikasi Komposit

Aplikasi komposit secara luas dimanfaatkan dalam bidang otomotif, elektronik, industri konstruksi, industri mekanik, transportasi, kelautan, dan sebagainya. Dalam bidang transportasi misalnya pada

⁸ Basuki Widodo, loc. cit.

industri pesawat terbang dipakai untuk sayap, baling-baling, dan bagian interior pesawat. Komposit pada industri mobil digunakan untuk body mobil dan *bumper*. Selain digunakan untuk body mobil dan *bumper*, komposit juga dapat diaplikasikan untuk body motor.

Penggunaan dalam industri kimia antara lain pipa, tangki dan *vessel* bertekanan. Di bidang elektronik, komposit dipakai untuk papan sirkuit. Komposit juga digunakan pada industri *furniture* yaitu pada pembuatan komposit kayu (*ply wood, hard wood, dan lain-lain*).

B. Polimer

Senyawa polimer terdiri atas berbagai jenis, mulai senyawa yang tersedia di alam seperti karet sampai yang dibuat dengan cara sintesis seperti plastik, serat, film dan sebagainya yang sering kita pakai dalam kehidupan sehari-hari. Tata Surdia dalam bukunya menyatakan tentang polimer bahwa “Polimer merupakan bahan dengan molekul besar yang terbentuk dari molekul-molekul kecil yang terangkai secara berulang yang mempunyai berat molekul diatas 10.000”⁹. Molekul-molekul kecil yang menyusun polimer disebut dengan monomer. Sedangkan menurut Malconn F. Stevens menyatakan tentang polimer yaitu:

“Polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana. Nama ini diturunkan dari bahasa Yunani *Poly* yang berarti banyak, dan *mer* yang berarti bagian”¹⁰.

⁹ Tata Surdia dan Shinroku Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, (Jakarta: Pradnya Paramita, 1999), p.171.

¹⁰ Malcolm, P.S., *Polymer Chemistry : An Introduction*, diindonesiakan oleh Iis Sopyan, (Jakarta: Pradnya Paramita, 2001), p. 3.

Berdasarkan definisi diatas dapat disimpulkan bahwa polimer akan terbentuk bila seratus atau seribu unit molekul yang kecil yang saling berikatan dalam suatu satuan struktur berantai panjang, baik lurus, bercabang, dan juga menyilang secara berulang melalui proses polimerisasi.

1. Klasifikasi Polimer

Berdasarkan reaksinya terhadap lingkungan yang mempengaruhi pemrosesan dan penggunaannya polimer diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu¹¹:

a) Polimer Termoplastik

Polimer termoplastik adalah polimer yang melunak bila dipanaskan dan mengeras lagi bila didinginkan, tanpa disertai perubahan kimia. Polimer ini dapat kembali kebentuknya semula. Contohnya: polimer vinil, polieter, poliakrilat, dan lainnya.

b) Polimer Termoset

Polimer termoset adalah polimer yang begitu terbentuk tidak akan dapat melunak bila dipanaskan, kecuali mengalami penguraian terlebih dahulu. Polimer ini tidak dapat kembali kebentuknya semula. Contohnya: epoksi, resin fenolik, *polyester* tak jenuh, poliaromat, dan lainnya.

2. Resin Poliester Tak Jenuh

Resin poliester tak jenuh atau yang biasa disebut *polyester*.

Polyester termasuk jenis polimer termoset. *Polyester* merupakan resin

¹¹ Hartomo A. J, A. Rusdiharsono, D. Hardjanto, *Memahami Polimer Perekat*, (Yogyakarta: Andi Offset, 1992), p.17.

cair yang memiliki viskositas yang relative rendah dan dapat mengeras pada suhu kamar dengan menggunakan katalis tanpa menghasilkan gas pada waktu pencetakan seperti banyak resin termoset lainnya¹². Pada saat pencetakan resin *polyester* tidak perlu diberikan tekanan.

Salah satu resin yang termasuk jenis *polyester* adalah UPR Yukalac 157 BQTN-EX. Resin ini banyak dijual ditoko-toko kimia sehingga memungkinkan untuk mudah didapat. Rasio harganya yang rendah dapat dipertimbangkan dalam pemilihan matriks material komposit.

3. Katalis

Metil Etil Keton Peroksida (MEKPO) biasa digunakan sebagai katalis (*hardener*) untuk pencetakan dingin (pencetakan pada suhu ruang)¹³. Katalis merupakan senyawa polimer yang berbentuk cair dan berwarna bening. Katalis berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada polimer termoset¹⁴. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matriks akan mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akibat dari mencampurkan katalis terlalu banyak akan membuat komposit menjadi getas.

C. Serat Alam

Serat dapat digunakan sebagai bahan penguat untuk komposit. Serat biasanya terdiri dari bahan yang kuat, kaku, dan getas. Hal ini terjadi karena

¹² Tata surdia dan Shironku Saito, op. cit., p.256.

¹³ Ibid., p. 257

¹⁴ A. J. Hartomo, op. cit., p. 29.

serat yang menahan gaya dari luar, sehingga harus kuat dan kaku. Serat terbagi menjadi dua jenis yaitu serat sintetik (serat buatan) dan serat alam¹⁵.

Serat alam adalah serat yang didapat langsung dari alam dan dapat berasal dari tumbuhan, hewan, dan mineral (galian)¹⁶. Contoh serat yang berasal dari tumbuhan adalah kapas, eceng gondok, rami, bambu, dan sebagainya. Serat seperti wol, sutra, bulu burung, dan sebagainya merupakan serat yang berasal dari hewan. Sedangkan asbes termasuk jenis serat mineral (galian). Dalam penelitian ini serat alam yang digunakan adalah serat bambu ampel (*Bambusa vulgaris*). Pemilihan serat bambu ampel sebagai penguat untuk komposit atas pertimbangan faktor kemudahan dan faktor ekonomis dalam mendapatkan seratnya, selain itu tumbuhan ini mempunyai sifat-sifat mekanik yang sangat baik.

1. Bambu Ampel

Tumbuhan bambu termasuk ke dalam keluarga rumput-rumputan. Tumbuhan ini merupakan sejenis tumbuhan berkayu yang memiliki batang berongga dan beruas-ruas. Tanaman ini dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Berbagai jenis bambu tumbuh di Indonesia. Tumbuhan ini dapat ditemukan di dataran rendah sampai ketinggian sekitar 300 m di atas permukaan laut.

Bambu terdiri atas serat-serat kecil yang diikat oleh hemi-selulosa seperti serat tumbuhan yang lainnya. Kandungan kimia bambu didominasi oleh selulosa, hemi-selulosa, dan lignin yang menyangkup

¹⁵ Tata surdia dan Shironku Saito, op. cit., p. 271.

¹⁶ Ibid

90% massa bambu. Sedangkan unsur minor pada bambu terdiri atas resin, tanin, wax (lapisan lilin), dan garam inorganik. Selain unsur selulosa dan lignin ada komposisi organik lain seperti zat tepung (2-6%), deoxide sachaized (2%), lemak (2-4%), dan protein (0,8-6%).¹⁷

Bambu ampel dengan nama latin *Bambusa vulgaris* merupakan salah satu tanaman bambu yang mudah didapat. Gambar 2.2 menunjukkan bentuk bambu ampel. Bambu ampel mempunyai ciri-ciri sebagai berikut¹⁸:

- a) Jenis bambu berumpun agak jarang
- b) Buluh tegak atau agak condong
- c) Tinggi antara 15 sampai 20 m
- d) Diameter batang 4 sampai 10 cm
- e) Permukaan batang berwarna hijau mengkilap
- f) Daun pelepah memiliki bentuk buluh bundar telur dan melebar



Gambar 2.2 Bambu Ampel (*Bambusa Vulgaris*)

¹⁷Arfie Armelia Erissonia Ifannossa, Bambang Kismono Hadi, dan Muhammad Kusni, loc. Cit.

¹⁸Tim Penyusun Kamus PS, *Kamus Pertanian Umum*, (Jakarta: Penebar Swadaya), p. 49.

D. Perlakuan Perendaman Alkohol Absolut

Pengawetan bambu bertujuan untuk meningkatkan umur pakai dan nilai ekonomi bambu. Metode pengawetan bambu terdiri dari dua macam metode yaitu metode non-kimia (tradisional) dan metode kimia¹⁹. Metode pengawetan kimia merupakan metode pengawetan yang menggunakan bahan kimia seperti *Natrium Hydroxide* (NaOH), Alkohol absolut, *asam boric*, *boron*, dan lainnya.

Dalam penelitian ini pengawetan bambu dilakukan dengan cara merendam serat bambu dengan larutan alkohol absolut. Alkohol absolut adalah larutan alkohol dengan konsentrasi 99,5%. Larutan alkohol absolut biasa digunakan sebagai pelarut. Zat yang dapat larut dalam alkohol absolut adalah resin, lemak, lilin, dan tanin²⁰. Perendaman bambu dengan larutan alkohol absolut bertujuan untuk mengurangi jumlah resin, lapisan lilin (wax) dan tanin yang terdapat pada bambu agar dapat meningkatkan ikatan antara serat bambu dengan matriks (resin).

E. Pengujian

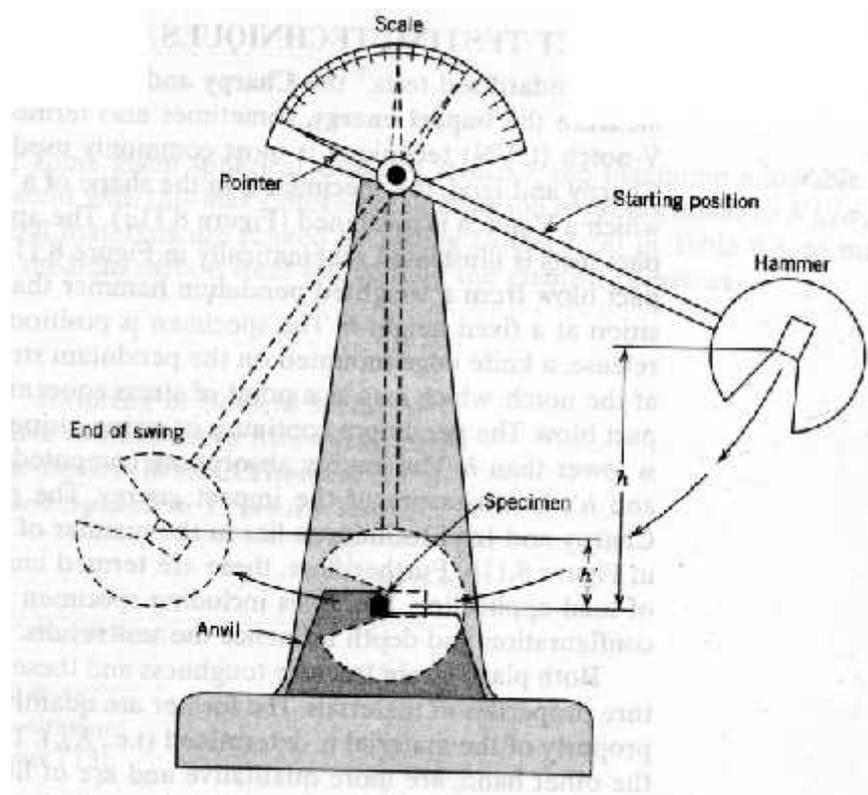
Pengujian impact merupakan pengujian yang mengukur kekuatan material terhadap pembebanan kejut (impact). Kekuatan impact adalah salah satu kriteria untuk mengetahui kegetasan material²¹. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kekuatan material terhadap laju pembebanan yang dilakukan

¹⁹ C. Any Sulistyowati, *Pengawetan Bambu*, (Wacana Teknologi, No. 6, Pusat Informasi Teknologi Terapan ELSPPAT, 1997), p.11.

²⁰ Widya Fatriasari dan Euis Hermiati, *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis-Kimia Pada Enam Jenis Bambu Sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*, (Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan Volume 1, No. 2, Lipi, 2008), p.71.

²¹ Tata surdia dan Shironku Saito, *op. cit.*, p.186

secara tiba-tiba (*rapid loading*). Inilah salah satu hal yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pengujian tarik dan kekerasan pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Banyaknya energi yang diserap oleh material untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran kekuatan impak bahan tersebut. Gambar 2.3 memberikan ilustrasi pengujian impak.



Gambar 2.3 Pengujian Impak²²

Pada pengujian impak, proses penyerapan energi terjadi ketika pendulum menumbuk spesimen. Energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Joule dan dibaca langsung pada skala (dial) penunjuk yang terdapat pada mesin uji.

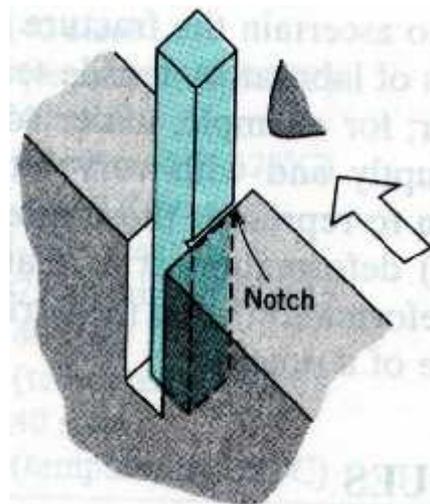
²² Willian D. Callister, Jr, *Materials Science and Engineering an Introduction*, (New York: John Wiley & Sons, Inc, 2003), p.208.

1. Jenis-jenis Metode Pengujian Impak

Metode pengujian impact yang biasa digunakan terdiri dari dua jenis yaitu²³:

a) Metode *Izod*

Metode izod adalah metode pengujian impact yang posisi benda ujinya diletakkan pada posisi vertikal dan dijepit. Benda uji untuk pengujian impact izod bisa diberi takikan (*notched*) dan tanpa takikan (*unnotched*). Apabila benda uji diberi takikan, ayunan pendulum dari arah depan takikan. Gambar 2.4 menunjukkan ilustrasi posisi benda uji pada pengujian impact metode *izod*.



Gambar 2.4 Posisi Spesimen Metode *Izod*²⁴

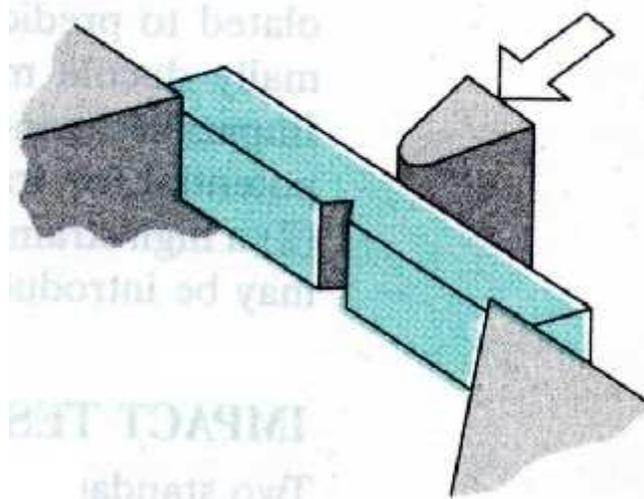
b) Metode *Charpy*

Metode *charpy* adalah metode pengujian impact yang posisi benda ujinya diletakkan pada posisi horizontal dan tidak dijepit. Sama hal dengan pengujian metode *izod* benda uji untuk pengujian

²³ Ibid., p.207.

²⁴ Ibid., p.208.

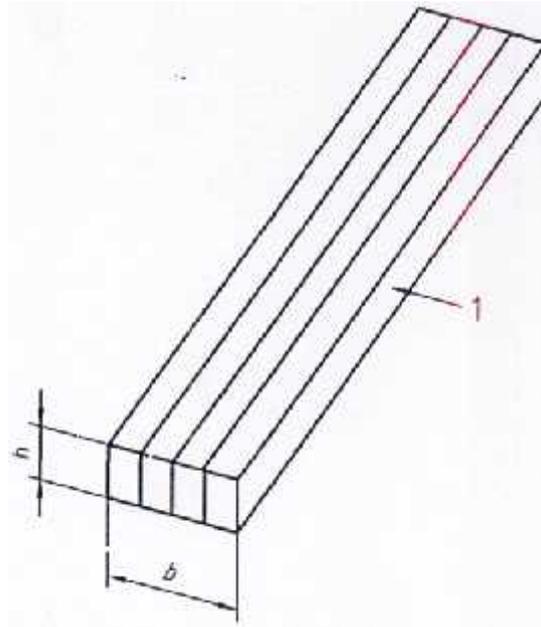
charpy bisa diberi takikan (*notched*) dan tanpa takikan (*unnotched*). Apabila benda uji diberi takikan, ayunan pendulum berlawanan dengan arah takikan. Gambar 2.5 menunjukkan ilustrasi posisi benda uji pada pengujian impak metode *charpy*.



Gambar 2.5 Posisi Spesimen Metode *Charpy*²⁵

Pengujian pada penelitian ini menggunakan standar ISO 179 yaitu pengujian impak metode *charpy*. Dimensi benda uji adalah 80 mm x 10 mm x 4 mm dengan posisi pengujian *edgewise* tanpa takikan (*unnotched*) seperti yang ditunjukkan Gambar 2.6.

²⁵ Ibid.



Gambar 2.6 Pengujian Impak Metode *Charpy* dengan Posisi *Edgewise*²⁶

Harga impak bahan uji pada pengujian impak dengan metode *charpy* tanpa takikan dinyatakan dalam kilo Joule per meter persegi, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$a_{cu} = \frac{E_c}{h \cdot b} \cdot 10^3 \dots\dots\dots (1)^{27}$$

Keterangan:

a_{cu} = Harga impak (kJ/m²)

E_c = Energi yang diserap (J)

h = Tebal spesimen (mm)

b = Luas spesimen (mm)

²⁶ -, Internasional Standard Organization 179-1, p. 6.

²⁷ Ibid., p. 11.