

RSNI3

Rancangan Standar Nasional Indonesia3

Metode uji standar untuk sifat tarik plastik

Standard test method for tensile properties of plastics

(ASTM D638-22, IDT)

Pengguna dari RSNI ini diminta untuk menginformasikan adanya hak paten dalam dokumen ini, bila diketahui, serta memberikan informasi pendukung lainnya (pemilik paten, bagian yang terkena paten, alamat pemberi paten dan lain-lain).

“This Standard is identical to ASTM D638-22, Copyright ASTM International, 100 Barr Harbour Drive, West Conshohocken PA 19428 USA.

Reprinted by permission of ASTM International.”

ASTM International has authorized the distribution of this translation of SNI 9268:2024, but recognizes that the translation has gone through a limited review process. ASTM neither represents nor warrants that the translation is technically or linguistically accurate. Only the English edition as published and copyrighted by ASTM shall be considered the official version. Reproduction of this translation, without ASTM's written permission is strictly forbidden under U.S. and international copyright laws.

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	2
2 Acuan normatif	4
3 Istilah dan definisi	6
4 Signifikansi dan penggunaan	6
5 Peralatan	8
6 Spesimen uji	12
7 Jumlah spesimen uji	20
8 Kecepatan pengujian	20
9 Pengkondisian	20
10 Prosedur	24
11 Perhitungan	26
12 Laporan	30
13 Presisi dan bias	32
LAMPIRAN (Informasi wajib)	38
Tabel 1 – Pemilihan untuk Kecepatan Pengujian ^A	24
Tabel 2 – Modulus, 10 ⁶ psi, untuk delapan laboratorium, lima material	30
Tabel 3 – Tegangan tarik saat putus, 10 ³ psi, untuk delapan laboratorium, lima material ^a	32
Tabel 4 – Elongasi saat putus, %, untuk delapan laboratorium, lima material ^a	34
Tabel 5 – Tegangan tarik saat <i>yield</i> , untuk sepuluh laboratorium, delapan material	34
Tabel 6 – Elongasi tarik saat <i>yield</i> , untuk delapan laboratorium, delapan material	34
Tabel 7 – Tegangan tarik saat putus, untuk sembilan laboratorium, enam material	34
Tabel 8 – Elongasi tarik saat putus, untuk sembilan laboratorium, enam material	36
Tabel 9 – Tegangan tarik saat <i>yield</i> , 10 ³ psi, untuk delapan laboratorium, tiga material	36
Tabel 10 – Elongasi saat <i>yield</i> , %, untuk delapan laboratorium, tiga material	36
Gambar 1 – Spesimen uji tarik untuk plastik lembaran, pelat, dan cetakan	16
Gambar 2 – Diagram yang menunjukkan lokasi spesimen uji tarik tabung pada mesin pengujian	18
Gambar 3 – Diagram yang menunjukkan lokasi spesimen uji tarik berbentuk <i>rod</i> di mesin pengujian	22
Gambar A1.1 – Material dengan daerah Hookean	38
Gambar A1.2 – Material tanpa daerah Hookean	40
Gambar A2.1 – <i>Offset Yield Strength</i>	42
Gambar A2.2 - Ilustrasi persamaan <i>true strain</i>	46
Gambar A2.3 – Penunjukan titik tarik	48
Gambar A3.1 – Grafik regangan versus beban untuk penentuan rasio Poisson	58

Prakata

SNI 9268:2024, *Metode uji standar untuk sifat tarik plastik*, merupakan standar yang disusun dengan jalur adopsi tingkat keselarasan identik dari ASTM D638-22, *Standard test method for tensile properties of plastics*, dengan metode adopsi terjemahan dua bahasa dan ditetapkan oleh BSN Tahun 2024.

Dalam Standar ini istilah "*this International Standard*" pada standar ASTM D638-22 yang diadopsi diganti dengan "*this Standard*" dan diterjemahkan menjadi "Standar ini".

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 83-04, Metode uji plastik. Standar ini telah dibahas melalui rapat teknis dan disepakati dalam rapat konsensus pada tanggal 14 Agustus 2024 melalui telekonferensi, yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*) terkait yaitu perwakilan dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, dan pakar. Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 28 Agustus 2024 sampai dengan 11 September 2024 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam Standar ini, maka disarankan untuk melihat standar aslinya, yaitu ASTM D638-22, dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari Standar ini dapat berupa hak kekayaan intelektual (HAKI). Namun selama proses perumusan SNI, Badan Standardisasi Nasional telah memperhatikan penyelesaian terhadap kemungkinan adanya HAKI terkait substansi SNI. Apabila setelah penetapan SNI masih terdapat permasalahan terkait HAKI, Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab mengenai bukti, validitas, dan ruang lingkup dari HAKI tersebut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan untuk memastikan bahwa penyajian SNI dengan metode dua bahasa dapat menampilkan bahasa Indonesia pada halaman genap dan bahasa Inggris pada halaman ganjil.”

Metode uji standar untuk sifat tarik plastik¹

1 Ruang lingkup

1.1 Metode uji ini meliputi penentuan sifat tarik dari plastik yang tidak diperkuat dan yang diperkuat dalam bentuk spesimen uji standar berbentuk *dumbbell* ketika diuji pada kondisi perlakuan awal, temperatur, kelembapan, dan kecepatan mesin uji tertentu.

1.2 Metode uji ini dapat diterapkan untuk material uji dengan ketebalan hingga 14 mm (0,55 in.). Namun, untuk spesimen uji dalam bentuk lembaran tipis, termasuk film dengan ketebalan kurang dari 1,0 mm (0,04 in.), standar ASTM D882 adalah metode uji yang lebih disarankan. Material dengan ketebalan lebih besar dari 14 mm (0,55 in.) harus dikurangi dengan proses permesinan.

1.3 Metode uji ini termasuk penentuan rasio Poisson pada temperatur ruang.

CATATAN 1 Standar ini dan ISO 527-1 membahas pokok bahasan yang sama, namun berbeda dalam konten teknis.

CATATAN 2 Metode uji ini tidak dimaksudkan untuk mencakup prosedur fisik yang tepat. Diakui bahwa uji dengan kecepatan gerakan *crosshead* yang konstan memiliki keterbatasan dari segi teori, dengan adanya perbedaan signifikan antara kecepatan gerakan *crosshead* dan kecepatan regangan antara tanda pengukuran (*gage mark*) pada spesimen. Selain itu, kecepatan pengujian yang ditetapkan dapat menyamarkan efek penting yang merupakan karakteristik material dalam kondisi plastik. Lebih lanjut, disadari bahwa variasi dalam ketebalan spesimen uji, yang diperbolehkan oleh prosedur ini, menghasilkan variasi dalam perbandingan volume permukaan spesimen uji tersebut, dan bahwa variasi ini dapat mempengaruhi hasil pengujian. Oleh karena itu, jika diinginkan hasil yang dapat dibandingkan secara langsung, semua sampel harus memiliki ketebalan yang sama. Pengujian tambahan khusus harus digunakan jika diperlukan data fisik yang lebih tepat.

CATATAN 3 Metode uji ini dapat digunakan untuk menguji resin cetakan fenolik atau material laminasi. Namun, jika material tersebut digunakan sebagai insulator listrik, maka material harus diuji berdasarkan ASTM D229 dan ASTM D651.

CATATAN 4 Untuk sifat tarik dari komposit resin-matriks yang diperkuat dengan serat berorientasi modulus tinggi kontinu atau diskontinu >20 GPa ($>3,0 \times 10^6$ psi), pengujian harus dilakukan sesuai dengan ASTM D3039/D3039M.

1.4 Data pengujian yang diperoleh dengan metode uji ini terbukti berguna dalam desain teknik. Namun, penting untuk mempertimbangkan tindakan pencegahan dan keterbatasan metode ini yang terdapat pada CATATAN 2 dan Bagian 4 sebelum mempertimbangkan data ini untuk desain teknik.

1.5 Nilai yang dinyatakan dalam satuan SI harus dianggap sebagai standar. Nilai yang diberikan dalam tanda kurung hanya untuk informasi.

1.6 Standar ini tidak dimaksudkan untuk mengatasi semua masalah keselamatan, jika ada, yang terkait dengan penggunaannya. Pengguna standar ini bertanggung jawab untuk menetapkan praktik keselamatan, kesehatan, dan lingkungan yang sesuai serta menentukan penerapan batasan peraturan sebelum digunakan.

¹ Metode uji ini berada di bawah yurisdiksi Komite ASTM D20 Bidang Plastik dan merupakan tanggung jawab langsung Subkomite D20.10 Bidang Sifat Mekanik. Edisi saat ini disetujui 1 Juli 2022. Diterbitkan Juli 2022. Edisi awal disetujui pada tahun 1941. Edisi terakhir sebelumnya disetujui pada tahun 2014 sebagai D638 - 14. DOI: 10.1520/D0638-22.

Standard test method for tensile properties of plastic¹

1 Scope

1.1 This test method covers the determination of the tensile properties of unreinforced and reinforced plastics in the form of standard dumbbell-shaped test specimens when tested under defined conditions of pretreatment, temperature, humidity, and testing machine speed.

1.2 This test method is applicable for testing materials of any thickness up to 14 mm (0,55 in.). However, for testing specimens in the form of thin sheeting, including film less than 1,0 mm (0,04 in.) in thickness, ASTM standard D882 is the preferred test method. Materials with a thickness greater than 14 mm (0,55 in.) shall be reduced by machining.

1.3 This test method includes the option of determining Poisson's ratio at room temperature.

NOTE 1 This standard and ISO 527-1 address the same subject matter, but differ in technical content.

NOTE 2 This test method is not intended to cover precise physical procedures. It is recognized that the constant rate of crosshead movement type of test leaves much to be desired from a theoretical standpoint, that wide differences may exist between rate of crosshead movement and rate of strain between gage marks on the specimen, and that the testing speeds specified disguise important effects characteristic of materials in the plastic state. Further, it is realized that variations in the thicknesses of test specimens, which are permitted by these procedures, produce variations in the surface-volume ratios of such specimens, and that these variations may influence the test results. Hence, where directly comparable results are desired, all samples should be of equal thickness. Special additional tests should be used where more precise physical data are needed.

NOTE 3 This test method may be used for testing phenolic molded resin or laminated materials. However, where these materials are used as electrical insulation, such materials should be tested in accordance with ASTM D229 and ASTM D651.

NOTE 4 For tensile properties of resin-matrix composites reinforced with oriented continuous or discontinuous high modulus >20 GPa ($>3,0 \times 10^6$ psi) fibers, tests shall be made in accordance with ASTM D3039/D3039M.

1.4 Test data obtained by this test method have been found to be useful in engineering design. However, it is important to consider the precautions and limitations of this method found in NOTE 2 and Section 4 before considering these data for engineering design.

1.5 The values stated in SI units are to be regarded as standard. The values given in parentheses are for information only.

1.6 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D20 on Plastics and is the direct responsibility of Subcommittee D20.10 on Mechanical Properties. Current edition approved July 1, 2022. Published July 2022. Originally approved in 1941. Last previous edition approved in 2014 as D638 - 14. DOI: 10.1520/D0638-22.

1.7 Standar ini dikembangkan sesuai dengan prinsip-prinsip standardisasi yang diakui secara internasional yang ditetapkan dalam Keputusan Prinsip Pengembangan Standar, Panduan dan Rekomendasi Internasional yang dikeluarkan oleh *World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee*.

2 Acuan normatif

2.1 Standar ASTM:²

ASTM D229, *Test Methods for Rigid Sheet and Plate Materials Used for Electrical Insulation*

ASTM D412, *Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension*

ASTM D618, *Practice for Conditioning Plastics for Testing*

ASTM D651, *Test Method for Test for Tensile Strength of Molded Electrical Insulating Materials (Withdrawn 1989)*³

ASTM D882, *Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*

ASTM D883, *Terminology Relating to Plastics*

ASTM D1822, *Test Method for Determining the Tensile-Impact Resistance of Plastics*

ASTM D3039/D3039M, *Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*

ASTM D4000, *Classification System for Specifying Plastic Materials*

ASTM D4066, *Classification System for Nylon Injection and Extrusion Materials (PA)*

ASTM D5947, *Test Methods for Physical Dimensions of Solid Plastics Specimens*

ASTM E4, *Practices for Force Calibration and Verification of Testing Machines*

ASTM E83, *Practice for Verification and Classification of Extensometer Systems*

ASTM E132, *Test Method for Poisson's Ratio at Room Temperature*

ASTM E456, *Terminology Relating to Quality and Statistics*

ASTM E691, *Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method*

E2935, *Practice for Evaluating Equivalence of Two Testing Processes*

² Untuk referensi standar ASTM, kunjungi situs web ASTM, www.astm.org, atau hubungi Layanan Pelanggan ASTM di service@astm.org. Untuk informasi volume Buku Tahunan Standar ASTM, lihat halaman Ringkasan Dokumen standar di situs web ASTM.

³ Versi terakhir yang disetujui dari riwayat standar ini dirujuk di www.astm.org.

1.7 This standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

2 Referenced documents

2.1 ASTM Standards:²

ASTM D229, *Test Methods for Rigid Sheet and Plate Materials Used for Electrical Insulation*

ASTM D412, *Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension*

ASTM D618, *Practice for Conditioning Plastics for Testing*

ASTM D651, *Test Method for Test for Tensile Strength of Molded Electrical Insulating Materials (Withdrawn 1989)³*

ASTM D882, *Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*

ASTM D883, *Terminology Relating to Plastics*

ASTM D1822, *Test Method for Determining the Tensile-Impact Resistance of Plastics*

ASTM D3039/D3039M, *Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*

ASTM D4000, *Classification System for Specifying Plastic Materials*

ASTM D4066, *Classification System for Nylon Injection and Extrusion Materials (PA)*

ASTM D5947, *Test Methods for Physical Dimensions of Solid Plastics Specimens*

ASTM E4, *Practices for Force Calibration and Verification of Testing Machines*

ASTM E83, *Practice for Verification and Classification of Extensometer Systems*

ASTM E132, *Test Method for Poisson's Ratio at Room Temperature*

ASTM E456, *Terminology Relating to Quality and Statistics*

ASTM E691, *Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method*

ASTM E2935, *Practice for Evaluating Equivalence of Two Testing Processes*

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ The last approved version of this historical standard is referenced on www.astm.org.

2.2 Standar ISO:⁴

ISO 527-1, *Determination of Tensile Properties*

3 Istilah dan definisi

3.1 Istilah-istilah yang digunakan dalam standar ini didefinisikan sesuai dengan ASTM D883, dan Lampiran A2. Untuk istilah yang berkaitan dengan presisi dan bias serta masalah terkait, istilah yang digunakan dalam standar ini didefinisikan sesuai dengan ASTM E456.

4 Signifikansi dan penggunaan

4.1 Metode uji ini dirancang untuk menghasilkan data sifat tarik untuk pengendalian dan spesifikasi material plastik. Data ini juga berguna untuk karakterisasi kualitatif dan untuk penelitian dan pengembangan.

4.2 Beberapa spesifikasi material mengharuskan penggunaan metode uji ini, namun dengan beberapa modifikasi prosedural yang harus diikuti dan diutamakan sesuai dengan spesifikasi tersebut. Oleh karena itu, disarankan untuk mengacu pada spesifikasi material tersebut sebelum menggunakan metode uji ini. Tabel 1 pada Klasifikasi D4000 mencantumkan standar material ASTM yang ada saat ini.

4.3 Sifat tarik diketahui bervariasi tergantung pada persiapan spesimen dan kecepatan serta lingkungan pengujian. Oleh karena itu, jika diinginkan hasil perbandingan yang tepat, faktor-faktor ini harus dikontrol secara hati-hati.

4.4 Disadari bahwa suatu material tidak dapat diuji tanpa menguji cara penyiapannya. Oleh karena itu, ketika uji komparatif suatu material diinginkan, berhati-hatilah untuk memastikan bahwa semua sampel disiapkan dengan cara yang sama persis, kecuali jika uji komparatif tersebut mencakup efek dari persiapan sampel. Demikian pula, untuk tujuan pengambilan keputusan atau perbandingan dalam serangkaian spesimen tertentu, perhatian harus diberikan untuk menjamin tingkat keseragaman maksimum dalam rincian persiapan, perlakuan, dan penanganan.

4.5 Sifat tarik memberikan data yang berguna untuk tujuan desain rekayasa plastik. Namun, karena tingginya tingkat sensitivitas yang ditunjukkan oleh banyak plastik terhadap laju regangan dan kondisi lingkungan, data yang diperoleh dengan metode uji ini tidak dapat dianggap valid untuk aplikasi yang melibatkan skala beban-waktu atau lingkungan yang sangat berbeda dengan metode uji ini. Dalam kasus ketidaksamaan tersebut, tidak ada perkiraan batas kegunaan yang dapat diandalkan untuk sebagian besar plastik. Sensitivitas terhadap laju regangan dan lingkungan memerlukan pengujian pada skala beban-waktu yang luas (termasuk benturan dan *creep*) dan berbagai kondisi lingkungan jika sifat tarik mencukupi untuk tujuan desain teknik.

CATATAN 5 Karena keberadaan batas elastis sebenarnya pada plastik (seperti pada banyak material organik lainnya dan pada banyak logam) masih diperdebatkan, maka tepat untuk menerapkan istilah “modulus elastis” dalam definisi yang diterima secara umum dan dikutip untuk menggambarkan kekakuan (“*stiffness*” atau “*rigidity*”) plastik telah dipertanyakan secara serius. Karakteristik tegangan-regangan yang tepat dari material plastik sangat bergantung pada faktor-faktor seperti laju penerapan tegangan, temperatur, riwayat spesimen sebelumnya, dan

⁴ Tersedia dari American National Standards Institute (ANSI), 25 W. 43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

2.2 ISO Standard:⁴

ISO 527-1, *Determination of Tensile Properties*

3 Terminology

3.1 Terms used in this standard are defined in accordance with ASTM D883, and Annex A2. For terms relating to precision and bias and associated issues, the terms used in this standard are defined in accordance with ASTM E456.

4 Significance and use

4.1 This test method is designed to produce tensile property data for the control and specification of plastic materials. These data are also useful for qualitative characterization and for research and development.

4.2 Some material specifications that require the use of this test method, but with some procedural modifications that take precedence when adhering to the specification. Therefore, it is advisable to refer to that material specification before using this test method. Table 1 in Classification D4000 lists the ASTM materials standards that currently exist.

4.3 Tensile properties are known to vary with specimen preparation and with speed and environment of testing. Consequently, where precise comparative results are desired, these factors must be carefully controlled.

4.4 It is realized that a material cannot be tested without also testing the method of preparation of that material. Hence, when comparative tests of materials per se are desired, exercise great care to ensure that all samples are prepared in exactly the same way, unless the test is to include the effects of sample preparation. Similarly, for referee purposes or comparisons within any given series of specimens, care shall be taken to secure the maximum degree of uniformity in details of preparation, treatment, and handling.

4.5 Tensile properties provide useful data for plastics engineering design purposes. However, because of the high degree of sensitivity exhibited by many plastics to rate of straining and environmental conditions, data obtained by this test method cannot be considered valid for applications involving load-time scales or environments widely different from those of this test method. In cases of such dissimilarity, no reliable estimation of the limit of usefulness can be made for most plastics. This sensitivity to rate of straining and environment necessitates testing over a broad load-time scale (including impact and creep) and range of environmental conditions if tensile properties are to suffice for engineering design purposes.

NOTE 5 Since the existence of a true elastic limit in plastics (as in many other organic materials and in many metals) is debatable, the propriety of applying the term "elastic modulus" in its quoted, generally accepted definition to describe the "stiffness" or "rigidity" of a plastic has been seriously questioned. The exact stress-strain characteristics of plastic materials are highly dependent on such factors as rate of application of stress, temperature,

⁴ Available from American National Standards Institute (ANSI), 25 W. 43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

lain-lain. Namun, kurva tegangan-regangan untuk plastik, yang ditentukan seperti dijelaskan dalam metode uji ini, hampir selalu menunjukkan daerah linier pada tegangan rendah, dan garis lurus yang ditarik bersinggungan dengan bagian kurva ini memungkinkan penghitungan modulus elastis dari tipe yang biasanya ditentukan. Konstanta seperti ini berguna jika sifat yang tidak dapat diprediksi secara pasti dan sifatnya yang bergantung pada waktu, temperatur, dan faktor-faktor lainnya dipahami.

5 Peralatan

5.1 Mesin Pengujian — Mesin pengujian dengan jenis gerakan *crosshead* dengan laju konstan dan pada dasarnya terdiri dari bagian berikut:

5.1.1 Bagian Tetap — Suatu bagian tetap atau tidak bergerak yang terdiri dari penjepit pertama.

5.1.2 Bagian Bergerak — Suatu bagian yang dapat digerakkan yang terdiri dari penjepit kedua.

5.1.3 Penjepit — Penjepit untuk menahan spesimen uji antara bagian tetap dan bagian bergerak dari mesin pengujian dapat bertipe tetap atau tipe yang dapat menyesuaikan secara otomatis.

5.1.3.1 Penjepit tipe tetap dipasang secara kuat pada bagian mesin uji yang tetap dan dapat digerakkan. Saat menggunakan penjepit jenis ini, berhati-hatilah untuk memastikan bahwa spesimen uji dimasukkan dan dijepit sehingga sumbu panjang spesimen uji bertepatan dengan arah tarikan melalui garis tengah pemasangan penjepit.

5.1.3.2 Penjepit tipe yang dapat menyesuaikan secara otomatis dipasang pada bagian mesin uji yang tetap dan dapat digerakkan sedemikian rupa sehingga penjepit tersebut akan bergerak bebas ke dalam garis lurus segera setelah beban diterapkan sehingga sumbu panjang spesimen uji akan bertepatan dengan arah tarikan yang diterapkan melalui garis tengah rakitan penjepit. Sejajarkan spesimen sesempurna mungkin dengan arah tarikan sehingga tidak terjadi gerakan memutar yang dapat menyebabkan selip pada penjepit; ada batasan jumlah ketidaksejajaran yang dapat diakomodasi oleh penjepit tipe yang dapat menyesuaikan secara otomatis.

5.1.3.3 Spesimen uji harus dijepit sedemikian rupa sehingga selip relatif terhadap penjepit dapat dicegah sejauh mungkin. Permukaan penjepit yang memiliki goresan yang dalam atau bergerigi dengan pola yang mirip dengan kikir potongan tunggal yang kasar, dengan jarak gerigi sekitar 2,4 mm (0,09 in.) dan kedalaman sekitar 1,6 mm (0,06 in.), telah terbukti efektif untuk sebagian besar termoplastik. Gerigi yang lebih halus terbukti lebih efektif untuk plastik yang lebih keras, seperti material termoset. Penting agar gerigi tetap bersih dan tajam. Jika terjadi patah pada penjepit, meskipun digunakan gerigi yang dalam atau permukaan spesimen yang terkikis, teknik lain harus digunakan. Teknik lain yang terbukti berguna, khususnya dengan penjepit permukaan halus adalah mengikis bagian permukaan spesimen yang akan dijepit, dan memasukkan potongan tipis kain abrasif, kertas abrasif, atau plastik, atau kain berlapis karet, biasa disebut terpal rumah sakit, antara spesimen dan permukaan penjepit. Kertas abrasif dua sisi No. 80 terbukti efektif dalam banyak kasus. Kain jaring terbuka, yang benangnya dilapisi dengan material abrasif, juga efektif. Mengurangi luas penampang spesimen juga mungkin efektif. Penggunaan jenis penjepit khusus terkadang diperlukan untuk menghilangkan selip dan patah pada penjepit.

5.1.4 Mekanisme Penggerak — Mekanisme penggerak untuk memberikan kecepatan yang seragam dan terkendali pada bagian yang bergerak terhadap bagian yang diam. Kecepatan ini harus diatur sebagaimana ditentukan dalam Bagian 8.

previous history of specimen, etc. However, stress-strain curves for plastics, determined as described in this test method, almost always show a linear region at low stresses, and a straight line drawn tangent to this portion of the curve permits calculation of an elastic modulus of the usually defined type. Such a constant is useful if its arbitrary nature and dependence on time, temperature, and similar factors are realized.

5 Apparatus

5.1 Testing Machine—A testing machine of the constant-rate-of-crosshead-movement type and comprising essentially the following:

5.1.1 Fixed Member—A fixed or essentially stationary member carrying one grip.

5.1.2 Movable Member—A movable member carrying a second grip.

5.1.3 Grips—Grips for holding the test specimen between the fixed member and the movable member of the testing machine can be either the fixed or self-aligning type.

5.1.3.1 Fixed grips are rigidly attached to the fixed and movable members of the testing machine. When this type of grip is used take extreme care to ensure that the test specimen is inserted and clamped so that the long axis of the test specimen coincides with the direction of pull through the center line of the grip assembly.

5.1.3.2 Self-aligning grips are attached to the fixed and movable members of the testing machine in such a manner that they will move freely into alignment as soon as any load is applied so that the long axis of the test specimen will coincide with the direction of the applied pull through the center line of the grip assembly. Align the specimens as perfectly as possible with the direction of pull so that no rotary motion that may induce slippage will occur in the grips; there is a limit to the amount of misalignment self-aligning grips will accommodate.

5.1.3.3 The test specimen shall be held in such a way that slippage relative to the grips is prevented insofar as possible. Grip surfaces that are deeply scored or serrated with a pattern similar to those of a coarse single-cut file, serrations about 2,4 mm (0,09 in.) apart and about 1,6 mm (0,06 in.) deep, have been found satisfactory for most thermoplastics. Finer serrations have been found to be more satisfactory for harder plastics, such as the thermosetting materials. It is important that the serrations be kept clean and sharp. Should breaking in the grips occur, even when deep serrations or abraded specimen surfaces are used, other techniques shall be used. Other techniques that have been found useful, particularly with smooth-faced grips, are abrading that portion of the surface of the specimen that will be in the grips, and interposing thin pieces of abrasive cloth, abrasive paper, or plastic, or rubbercoated fabric, commonly called hospital sheeting, between the specimen and the grip surface. No. 80 double-sided abrasive paper has been found effective in many cases. An open-mesh fabric, in which the threads are coated with abrasive, has also been effective. Reducing the cross-sectional area of the specimen may also be effective. The use of special types of grips is sometimes necessary to eliminate slippage and breakage in the grips.

5.1.4 Drive Mechanism — A drive mechanism for imparting a uniform, controlled velocity to the movable member with respect to the stationary member. This velocity is to be regulated as specified in Section 8.

5.1.5 Indikator Beban — Mekanisme penunjuk beban yang sesuai dan mampu menunjukkan beban tarik total yang ditanggung oleh spesimen uji ketika dijepit dengan penjepit. Mekanisme ini pada dasarnya harus bebas dari jeda inersia pada laju pengujian yang ditentukan dan harus menunjukkan beban dengan akurasi $\pm 1\%$ dari nilai yang ditunjukkan, atau lebih baik. Keakuratan mesin pengujian harus diverifikasi sesuai dengan ASTM E4.

CATATAN 6 Pengalaman menunjukkan bahwa banyak mesin pengujian yang sekarang digunakan tidak mampu mempertahankan akurasi selama periode antara pemeriksaan yang direkomendasikan dalam ASTM E4. Oleh karena itu, disarankan agar setiap mesin dipelajari secara individual dan diverifikasi sesering mungkin jika diperlukan. Proses ini sering kali perlu dilakukan setiap hari.

5.1.6 Bagian tetap, bagian bergerak, mekanisme penggerak, dan penjepit harus dibuat dari material dan dengan proporsi sedemikian rupa sehingga regangan longitudinal elastis total dari sistem yang dibentuk oleh bagian-bagian ini tidak melebihi 1% dari total regangan longitudinal antara kedua tanda pengukur pada spesimen uji pada setiap waktu selama pengujian dan pada setiap beban hingga kapasitas terukur dari mesin.

5.1.7 Indikator Ekstensi *Crosshead* — Mekanisme penunjuk ekstensi yang sesuai yang mampu menunjukkan jumlah perubahan pada pemisahan penjepit, yaitu pergerakan *crosshead*. Mekanisme ini pada dasarnya harus bebas dari jeda inersia pada laju pengujian yang ditentukan dan harus menunjukkan pergerakan *crosshead* dengan akurasi $\pm 10\%$ dari nilai yang ditunjukkan.

5.2 Indikator Ekstensi (ekstensometer) — Instrumen yang sesuai harus digunakan untuk menentukan jarak antara dua titik yang ditentukan dalam *gage length* spesimen uji saat spesimen uji diregangkan. Untuk tujuan membuat keputusan, ekstensometer harus disetel sepanjang *gage length* spesimen, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sebaiknya, namun tidak penting, instrumen ini secara otomatis mencatat jarak ini, atau perubahan apa pun di dalamnya, sebagai suatu fungsi beban pada spesimen uji atau waktu yang berlalu sejak dimulainya pengujian, atau kedua-duanya. Jika hanya data terakhir yang diperoleh, data beban-waktu juga harus diambil. Instrumen ini pada dasarnya harus bebas dari inersia pada kecepatan pengujian yang ditentukan. Ekstensometer harus diklasifikasikan, dan kalibrasinya diverifikasi secara berkala sesuai dengan ASTM E83.

5.2.1 Pengukuran Modulus Elastisitas— Untuk pengukuran modulus elastisitas, harus digunakan ekstensometer dengan kesalahan regangan maksimum 0,0002 mm/mm (in./in.) yang mencatat secara otomatis dan terus menerus. Ekstensometer yang diklasifikasikan oleh ASTM E83 sebagai pemenuhan persyaratan klasifikasi B-2 dalam rentang penggunaan pengukuran modulus memenuhi persyaratan ini.

5.2.2 Pengukuran Ekstensi Rendah — Untuk pengukuran elongasi pada *yield* dan ekstensi rendah (nominal 20% atau kurang), ekstensometer yang sama di atas, yang diturunkan hingga ekstensi 20%, dapat diterima. Bagaimanapun, sistem ekstensometer harus memenuhi setidaknya persyaratan Kelas C (ASTM E83) yang mencakup kesalahan regangan tetap sebesar 0,001 regangan atau $\pm 1,0\%$ dari regangan yang ditunjukkan, dipilih salah satu yang lebih besar.

5.2.3 Pengukuran Ekstensi Tinggi — Untuk melakukan pengukuran pada elongasi lebih besar dari 20%, teknik pengukuran dengan kesalahan tidak lebih besar dari $\pm 10\%$ dari nilai terukur dapat diterima.

5.3 Mikrometer — Alat untuk mengukur lebar dan tebal spesimen uji harus memenuhi persyaratan ASTM D5947.

5.1.5 Load Indicator — A suitable load-indicating mechanism capable of showing the total tensile load carried by the test specimen when held by the grips. This mechanism shall be essentially free of inertia lag at the specified rate of testing and shall indicate the load with an accuracy of $\pm 1\%$ of the indicated value, or better. The accuracy of the testing machine shall be verified in accordance with ASTM E4.

NOTE 6 Experience has shown that many testing machines now in use are incapable of maintaining accuracy for as long as the periods between inspection recommended in ASTM E4. Hence, it is recommended that each machine be studied individually and verified as often as may be found necessary. It frequently will be necessary to perform this function daily.

5.1.6 The fixed member, movable member, drive mechanism, and grips shall be constructed of such materials and in such proportions that the total elastic longitudinal strain of the system constituted by these parts does not exceed 1% of the total longitudinal strain between the two gage marks on the test specimen at any time during the test and at any load up to the rated capacity of the machine.

5.1.7 Crosshead Extension Indicator — A suitable extension indicating mechanism capable of showing the amount of change in the separation of the grips, that is, crosshead movement. This mechanism shall be essentially free of inertial lag at the specified rate of testing and shall indicate the crosshead movement with an accuracy of $\pm 10\%$ of the indicated value.

5.2 Extension Indicator (extensometer) — A suitable instrument shall be used for determining the distance between two designated points within the gauge length of the test specimen as the specimen is stretched. For referee purposes, the extensometer must be set at the full gage length of the specimen, as shown in Fig. 1. It is desirable, but not essential, that this instrument automatically record this distance, or any change in it, as a function of the load on the test specimen or of the elapsed time from the start of the test, or both. If only the latter is obtained, load-time data must also be taken. This instrument shall be essentially free of inertia at the specified speed of testing. Extensometers shall be classified, and their calibration periodically verified in accordance with ASTM E83.

5.2.1 Modulus-of-Elasticity Measurements — For modulus-of-elasticity measurements, an extensometer with a maximum strain error of 0,0002 mm/mm (in./in.) that automatically and continuously records shall be used. An extensometer classified by ASTM E83 as fulfilling the requirements of a B-2 classification within the range of use for modulus measurements meets this requirement.

5.2.2 Low-Extension Measurements—For elongation at yield and low-extension measurements (nominally 20% or less), the same above extensometer, attenuated to 20% extension, is acceptable. In any case, the extensometer system must meet at least Class C (ASTM E83) requirements, which include a fixed strain error of 0,001 strain or $\pm 1,0\%$ of the indicated strain, whichever is greater.

5.2.3 High-Extension Measurements — For making measurements at elongations greater than 20%, measuring techniques with error no greater than $\pm 10\%$ of the measured value are acceptable.

5.3 Micrometers — Apparatus for measuring the width and thickness of the test specimen shall comply with the requirements of ASTM D5947.

6 Spesimen uji

6.1 Plastik Lembaran, Pelat, dan Cetakan:

6.1.1 Plastik Kaku dan Semi Kaku — Spesimen uji harus sesuai dengan dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 1. Spesimen Tipe I adalah spesimen yang disarankan dan harus digunakan jika tersedia material yang cukup dengan ketebalan 7 mm (0,28 in.) atau kurang. Spesimen Tipe II direkomendasikan bila suatu material tidak patah pada bagian yang sempit dengan spesimen Tipe I. Spesimen Tipe V harus digunakan dimana terbatas hanya pada material yang memiliki ketebalan 4 mm (0,16 in.) atau kurang yang tersedia untuk evaluasi, atau jika sejumlah besar spesimen akan diekspos di ruang tertentu (uji stabilitas termal dan lingkungan, dll.). Spesimen Tipe IV umumnya digunakan ketika diperlukan perbandingan langsung antara material dengan kekakuan yang berbeda (yaitu, tidak kaku dan semi kaku). Spesimen Tipe III harus digunakan untuk semua material dengan ketebalan lebih dari 7 mm (0,28 in.) tetapi tidak lebih dari 14 mm (0,55 in.).

6.1.2 Plastik Tidak Kaku — Spesimen uji harus sesuai dengan dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 1. Spesimen Tipe IV harus digunakan untuk menguji plastik tidak kaku dengan ketebalan 4 mm (0,16 in.) atau kurang. Spesimen Tipe III harus digunakan untuk semua material dengan ketebalan lebih besar dari 7 mm (0,28 in.) tapi tidak lebih dari 14 mm (0,55 in.).

6.1.3 Komposit yang Diperkuat — Spesimen uji untuk komposit yang diperkuat, termasuk laminasi yang sangat ortotropik, harus memenuhi dimensi spesimen Tipe I yang ditunjukkan pada Gambar 1.

6.1.4 Persiapan — Metode persiapan spesimen uji meliputi pencetakan injeksi, proses permesinan, atau pemotongan, dari material lembaran, pelat, lempengan, atau bentuk yang serupa. Material yang lebih tebal dari 14 mm (0,55 in.) harus dipotong menjadi 14 mm (0,55 in.) untuk digunakan sebagai spesimen Tipe III.

CATATAN 7 Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk beberapa material seperti kain kaca, SMC, dan laminasi BMC, jenis spesimen lain sebaiknya dipertimbangkan untuk memastikan kerusakan dalam panjang ukuran spesimen, sebagaimana dinyatakan pada 7.3.

CATATAN 8 Saat menyiapkan spesimen dari laminasi komposit tertentu seperti *woven roving*, atau kain kaca, berhati-hatilah dalam memotong spesimen sejajar dengan penguat. Penguatannya akan berkurang secara signifikan jika dipotong secara bias (diagonal), sehingga menghasilkan sifat laminasi yang lebih rendah, kecuali pengujian spesimen dalam arah selain sejajar dengan penguat merupakan variabel yang sedang dipelajari.

CATATAN 9 Spesimen yang dibuat dengan pencetakan injeksi mungkin memiliki sifat tarik yang berbeda dengan spesimen yang dibuat dengan proses permesinan atau pemotongan karena akibat dari orientasi. Efek ini mungkin lebih nyata pada spesimen dengan bagian yang sempit.

6 Test Specimens

6.1 Sheet, Plate, and Molded Plastics:

6.1.1 Rigid and Semirigid Plastics — The test specimen shall conform to the dimensions shown in Fig. 1. The Type I specimen is the preferred specimen and shall be used where sufficient material having a thickness of 7 mm (0,28 in.) or less is available. The Type II specimen is recommended when a material does not break in the narrow section with the preferred Type I specimen. The Type V specimen shall be used where only limited material having a thickness of 4 mm (0,16 in.) or less is available for evaluation, or where a large number of specimens are to be exposed in a limited space (thermal and environmental stability tests, etc.). The Type IV specimen is generally used when direct comparisons are required between materials in different rigidity cases (that is, nonrigid and semirigid). The Type III specimen must be used for all materials with a thickness of greater than 7 mm (0,28 in.) but not more than 14 mm (0,55 in.).

6.1.2 Nonrigid Plastics — The test specimen shall conform to the dimensions shown in Fig. 1. The Type IV specimen shall be used for testing nonrigid plastics with a thickness of 4 mm (0,16 in.) or less. The Type III specimen must be used for all materials with a thickness greater than 7 mm (0,28 in.) but not more than 14 mm (0,55 in.).

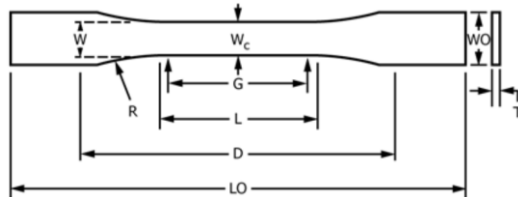
6.1.3 Reinforced Composites — The test specimen for reinforced composites, including highly orthotropic laminates, shall conform to the dimensions of the Type I specimen shown in Fig. 1.

6.1.4 Preparation — Methods of preparing test specimens include injection molding, machining operations, or die cutting, from materials in sheet, plate, slab, or similar form. Materials thicker than 14 mm (0,55 in.) shall be machined to 14 mm (0,55 in.) for use as Type III specimens.

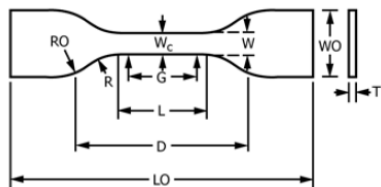
NOTE 7 Test results have shown that for some materials such as glass cloth, SMC, and BMC laminates, other specimen types should be considered to ensure breakage within the gage length of the specimen, as mandated by 7.3.

NOTE 8 When preparing specimens from certain composite laminates such as woven roving, or glass cloth, exercise care in cutting the specimens parallel to the reinforcement. The reinforcement will be significantly weakened by cutting on a bias, resulting in lower laminate properties, unless testing of specimens in a direction other than parallel with the reinforcement constitutes a variable being studied.

NOTE 9 Specimens prepared by injection molding may have different tensile properties than specimens prepared by machining or die-cutting because of the orientation induced. This effect may be more pronounced in specimens with narrow sections.



Tipe I, II, III & V



Tipe IV

Dimensi spesimen untuk ketebalan, *T*, mm (in.)^A

Dimensi (lihat gambar)	Diatas 7 sampai					Toleransi
	7 (0,28) atau kurang	14 (Diatas 0,28 sampai 0,55),	4 (0,16) atau kurang			
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^B	Type V ^{C,D}	
<i>W</i> —Lebar bagian sempit ^{E,F}	13 (0,50)	6 (0,25)	19 (0,75)	6 (0,25)	3,18 (0,125)	±0,5 (±0,02) ^{B,C}
<i>L</i> —Panjang bagian sempit	57 (2,25)	57 (2,25)	57 (2,25)	33 (1,30)	9,53 (0,375)	±0,5 (±0,02) ^C
<i>WO</i> —Lebar keseluruhan, min ^G	19 (0,75)	19 (0,75)	29 (1,13)	19 (0,75)	...	+ 6,4 (+0,25)
<i>WO</i> —Lebar keseluruhan, min ^G	...	...	...	...	9,53 (0,375)	+ 3,18 (+0,125)
<i>LO</i> —Panjang keseluruhan, min ^H	165 (6,5)	183 (7,2)	246 (9,7)	115 (4,5)	63,5 (2,5)	tidak ada maks (tidak ada maks)
<i>G</i> —Gage length ^I	50 (2,00)	50 (2,00)	50 (2,00)	...	7,62 (0,300)	±0,25 (±0,010) ^C
<i>G</i> —Gage length ^I	...	...	...	25 (1,00)	...	±0,13 (±0,005)
<i>D</i> —Jarak antara penjepit	115 (4,5)	135 (5,3)	115 (4,5)	65 (2,5) ^J	25,4 (1,0)	±5 (±0,2)
<i>R</i> —Radius fillet	76 (3,00)	76 (3,00)	76 (3,00)	14 (0,56)	12,7 (0,5)	±1 (±0,04) ^C
<i>RO</i> —Radius luar (Tipe IV)	...	...	...	25 (1,00)	...	±1 (±0,04)

^AKetebalan, *T*, harus 3,2 mm ± 0,4 mm (0,13 in. ± 0,02 in.) untuk semua jenis spesimen cetakan, dan untuk spesimen Tipe I dan II lainnya jika memungkinkan. Jika spesimen diproses dari lembaran atau pelat, ketebalan, *T*, adalah ketebalan lembaran atau pelat dengan ketentuan tidak melebihi kisaran yang dinyatakan untuk jenis spesimen yang dimaksud. Untuk lembaran dengan ketebalan nominal lebih besar dari 14 mm (0,55 in.), spesimen harus diproses sehingga memiliki ketebalan 14 mm ± 0,4 mm (0,55 in. ± 0,02 in.), untuk digunakan dengan spesimen Tipe III. Untuk lembaran dengan ketebalan nominal antara 14 mm dan 51 mm (0,55 in. dan 2 in.), spesimen harus diproses pada setiap permukaan dengan penipisan yang sama untuk setiap permukaan. Untuk lembaran yang lebih tebal, kedua permukaan spesimen harus diproses, dan posisi pengambilan spesimen terhadap ketebalan lembaran awal harus dicatat. Toleransi pada ketebalan kurang dari 14 mm (0,55 in.) harus menjadi standar mutu material yang diuji.

^BUntuk spesimen Tipe IV, lebar internal bagian sempit cetakan harus 6,00 mm ± 0,05 mm (0,250 in. ± 0,002 in.). Dimensinya pada dasarnya adalah dimensi Die C dalam ASTM D412.

^CSpesimen Tipe V harus diproses permesinan atau dipotong sesuai dimensi yang ditunjukkan, atau dicetak dalam cetakan yang memiliki dimensi tersebut. Dimensinya harus:

W = 3,18 mm ± 0,03 mm (0,125 in. ± 0,001 in.),

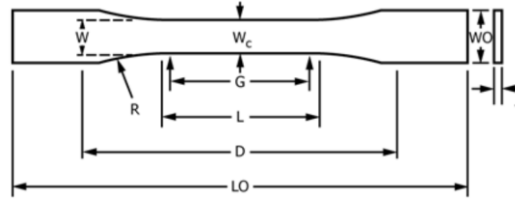
L = 9,53 mm ± 0,08 mm (0,375 in. ± 0,003 in.),

G = 7,62 mm ± 0,02 mm (0,300 in. ± 0,001 in.), dan

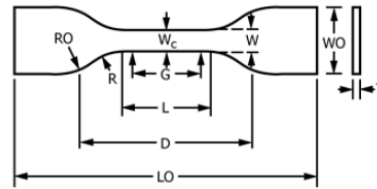
R = 12,7 mm ± 0,08 mm (0,500 in. ± 0,003 in.).

Toleransi lainnya adalah yang ada di tabel.

^DData pendukung pengenalan spesimen L dari ASTM D1822 sebagai spesimen Tipe V tersedia dari Kantor Pusat ASTM. Permintaan RR:D20-1038.



Types I, II, III & V



Type IV

Specimen dimensions for thickness, T , mm (in.)^A

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl	4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^B	Type V ^{C,D}	
W —Width of narrow section ^{E,F}	13 (0,50)	6 (0,25)	19 (0,75)	6 (0,25)	3,18 (0,125)	$\pm 0,5$ ($\pm 0,02$) ^{B,C}
L —Length of narrow section	57 (2,25)	57 (2,25)	57 (2,25)	33 (1,30)	9,53 (0,375)	$\pm 0,5$ ($\pm 0,02$) ^C
WO —Width overall, min ^G	19 (0,75)	19 (0,75)	29 (1,13)	19 (0,75)	...	+ 6,4 (+ 0,25)
WO —Width overall, min ^G	...	...	...	...	9,53 (0,375)	+ 3,18 (+ 0,125)
LO —Length overall, min ^H	165 (6,5)	183 (7,2)	246 (9,7)	115 (4,5)	63,5 (2,5)	no max (no max)
G —Gage length ^I	50 (2,00)	50 (2,00)	50 (2,00)	...	7,62 (0,300)	$\pm 0,25$ ($\pm 0,010$) ^C
G —Gage length ^I	...	...	...	25 (1,00)	...	$\pm 0,13$ ($\pm 0,005$)
D —Distance between grips	115 (4,5)	135 (5,3)	115 (4,5)	65 (2,5) ^J	25,4 (1,0)	± 5 ($\pm 0,2$)
R —Radius of fillet	76 (3,00)	76 (3,00)	76 (3,00)	14 (0,56)	12,7 (0,5)	± 1 ($\pm 0,04$) ^C
RO —Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1,00)	...	± 1 ($\pm 0,04$)

^AThickness, T , shall be 3.2 mm \pm 0,4 mm (0,13 in. \pm 0,02 in.) for all types of molded specimens, and for other Types I and II specimens where possible. If specimens are machined from sheets or plates, thickness, T , shall be the thickness of the sheet or plate provided this does not exceed the range stated for the intended specimen type. For sheets of nominal thickness greater than 14 mm (0,55 in.) the specimens shall be machined to 14 mm \pm 0,4 mm (0,55 in. \pm 0,02 in.) in thickness, for use with the Type III specimen. For sheets of nominal thickness between 14 and 51 mm (0,55 and 2 in.) approximately equal amounts shall be machined from each surface. For thicker sheets both surfaces of the specimen shall be machined, and the location of the specimen with reference to the original thickness of the sheet shall be noted. Tolerances on thickness less than 14 mm (0,55 in.) shall be those standard for the grade of material tested.

^BFor the Type IV specimen, the internal width of the narrow section of the die shall be 6,00 mm \pm 0,05 mm (0,250 in. \pm 0,002 in.). The dimensions are essentially those of Die C in ASTM D412.

^CThe Type V specimen shall be machined or die cut to the dimensions shown, or molded in a mold whose cavity has these dimensions. The dimensions shall be:

$W = 3,18 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$ (0,125 \pm 0,001 in.),
 $L = 9,53 \text{ mm} \pm 0,08 \text{ mm}$ (0,375 \pm 0,003 in.),
 $G = 7,62 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$ (0,300 \pm 0,001 in.), and
 $R = 12,7 \text{ mm} \pm 0,08 \text{ mm}$ (0,500 \pm 0,003 in.).

The other tolerances are those in the table.

^DSupporting data on the introduction of the L specimen of ASTM D1822 as the Type V specimen are available from ASTM Headquarters. Request RR:D20-1038.

^EToleransi lebar pada bagian tengah W_c harus +0,00 mm, - 0,10 mm (+0,000 in., -0,004 in.) dibandingkan dengan lebar W pada bagian lain pada bagian yang diperkecil. Pengurangan W pada titik pusat harus bertahap, merata pada setiap sisi sehingga tidak terjadi perubahan dimensi secara tiba-tiba.

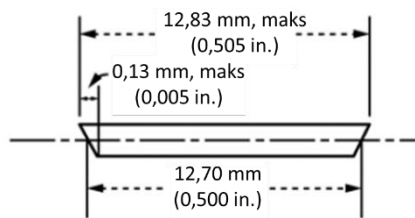
^FUntuk spesimen yang dicetak, kemiringan tidak lebih dari 0,13 mm (0,005 in.) diperbolehkan untuk spesimen Tipe I atau II dengan ketebalan 3,2 mm (0,13 in.). Lihat diagram di bawah dan ini harus diperhitungkan saat menghitung lebar spesimen. Jadi bagian tipikal dari spesimen Tipe I yang dicetak, yang mempunyai kemiringan maksimum yang diijinkan, dapat berupa sebagai berikut:

^GLebar keseluruhan yang lebih besar dari batas minimum yang ditunjukkan digunakan untuk beberapa material untuk menghindari patah pada penjepit.

^HPanjang keseluruhan yang lebih besar dari batas minimum yang ditunjukkan digunakan untuk beberapa material untuk menghindari patah pada penjepit atau untuk memenuhi persyaratan pengujian khusus.

^ITanda uji atau rentang ekstensometer awal.

^JJika digunakan penjepit yang dapat mengencangkan secara otomatis, untuk polimer dengan daya regang tinggi, jarak antar penjepit akan bergantung pada jenis penjepit yang digunakan dan mungkin tidak terlalu penting jika tetap seragam setelah dipilih.



Gambar 1 – Spesimen uji tarik untuk plastik lembaran, pelat, dan cetakan

6.2 Tabung Kaku — Spesimen uji untuk tabung kaku harus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Panjangnya, L , harus seperti yang ditunjukkan pada tabel pada Gambar 2. Alur harus dibuat di sekeliling bagian luar spesimen di tengah-tengah panjangnya sehingga penampang dinding setelah proses pemesinan harus 60% dari ketebalan dinding nominal semula. Alur ini harus terdiri dari bagian lurus dengan panjang 57,2 mm (2,25 in.) dengan radius 76 mm (3 in.) di setiap ujungnya yang menghubungkannya dengan diameter luar. Penyumbat baja atau kuningan yang mempunyai diameter sedemikian rupa sehingga pas di dalam tabung dan mempunyai panjang yang sama dengan seluruh panjang *jaw* ditambah 25 mm (1 in.) harus ditempatkan di ujung spesimen untuk mencegah kerusakan. Penyumbat baja atau kuningan dapat ditempatkan dengan tepat di dalam tabung dengan memisahkan dan menopangnya pada batang logam berulir. Detail penyumbat dan rakitan uji ditunjukkan pada Gambar 2.

6.3 Batang Kaku— Spesimen uji untuk batang kaku harus seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Panjangnya, L , harus seperti ditunjukkan pada tabel pada Gambar 3. Alur harus dibuat mengelilingi spesimen pada titik tengah panjangnya, sehingga diameter bagian yang dikerjakan harus 60% dari diameter nominal awalnya. Alur ini harus terdiri dari bagian lurus dengan panjang 57,2 mm (2,25 in.) dengan radius 76 mm (3 in.) di setiap ujungnya yang menghubungkannya dengan diameter luar.

6.4 Semua permukaan spesimen harus bebas dari cacat, goresan, atau ketidaksempurnaan yang terlihat. Tanda yang ditinggalkan oleh operasi pemesinan kasar harus dihilangkan secara hati-hati dengan kikir halus atau material abrasif, dan permukaan kikir kemudian harus dihaluskan dengan kertas abrasif (No. 00 atau lebih halus). Gerakan pengamplasan akhir harus dilakukan dengan arah sejajar dengan sumbu panjang spesimen uji. Semua material yang keluar dari cetakan (*flash*) harus dihilangkan dari spesimen yang dicetak, dengan hati-hati agar tidak mengganggu permukaan yang dicetak. Dalam permesinan spesimen, pemotongan bagian bawah yang melebihi toleransi dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 1 harus dihindari dengan cermat. Kehati-hatian juga harus diberikan untuk menghindari kesalahan permesinan umum lainnya.

^EThe tolerances of the width at the center W_c shall be +0,00 mm, - 0,10 mm (+0,000 in., -0,004 in.) compared with width W at other parts of the reduced section. Any reduction in W at the center shall be gradual, equally on each side so that no abrupt changes in dimension result.

^FFor molded specimens, a draft of not over 0,13 mm (0,005 in.) is allowed for either Type I or II specimens 3,2 mm (0,13 in.) in thickness. See diagram below and this shall be taken into account when calculating width of the specimen. Thus a typical section of a molded Type I specimen, having the maximum allowable draft, could be as follows:

^GOverall widths greater than the minimum indicated are used for some materials in order to avoid breaking in the grips.

^HOverall lengths greater than the minimum indicated are used for some materials to avoid breaking in the grips or to satisfy special test requirements.

^ITest marks or initial extensometer span.

^JWhen self-tightening grips are used, for highly extensible polymers, the distance between grips will depend upon the types of grips used and may not be critical if maintained uniform once chosen.

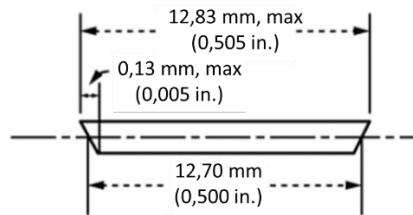
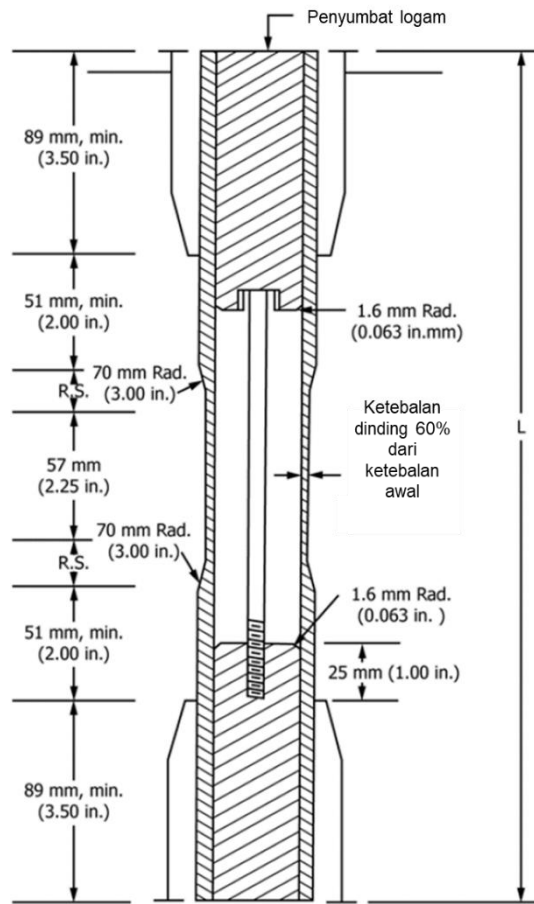


FIG. 1 Tension test specimens for sheet, plate, and molded plastics

6.2 Rigid Tubes — The test specimen for rigid tubes shall be as shown in Fig. 2. The length, L , shall be as shown in the table in Fig. 2. A groove shall be machined around the outside of the specimen at the center of its length so that the wall section after machining shall be 60% of the original nominal wall thickness. This groove shall consist of a straight section 57,2 mm (2,25 in.) in length with a radius of 76 mm (3 in.) at each end joining it to the outside diameter. Steel or brass plugs having diameters such that they will fit snugly inside the tube and having a length equal to the full jaw length plus 25 mm (1 in.) shall be placed in the ends of the specimens to prevent crushing. They can be located conveniently in the tube by separating and supporting them on a threaded metal rod. Details of plugs and test assembly are shown in Fig. 2.

6.3 Rigid Rods — The test specimen for rigid rods shall be as shown in Fig. 3. The length, L , shall be as shown in the table in Fig. 3. A groove shall be machined around the specimen at the center of its length so that the diameter of the machined portion shall be 60% of the original nominal diameter. This groove shall consist of a straight section 57.2 mm (2.25 in.) in length with a radius of 76 mm (3 in.) at each end joining it to the outside diameter.

6.4 All surfaces of the specimen shall be free of visible flaws, scratches, or imperfections. Marks left by coarse machining operations shall be carefully removed with a fine file or abrasive, and the filed surfaces shall then be smoothed with abrasive paper (No. 00 or finer). The finishing sanding strokes shall be made in a direction parallel to the long axis of the test specimen. All flash shall be removed from a molded specimen, taking great care not to disturb the molded surfaces. In machining a specimen, undercuts that would exceed the dimensional tolerances shown in Fig. 1 shall be scrupulously avoided. Care shall also be taken to avoid other common machining errors.

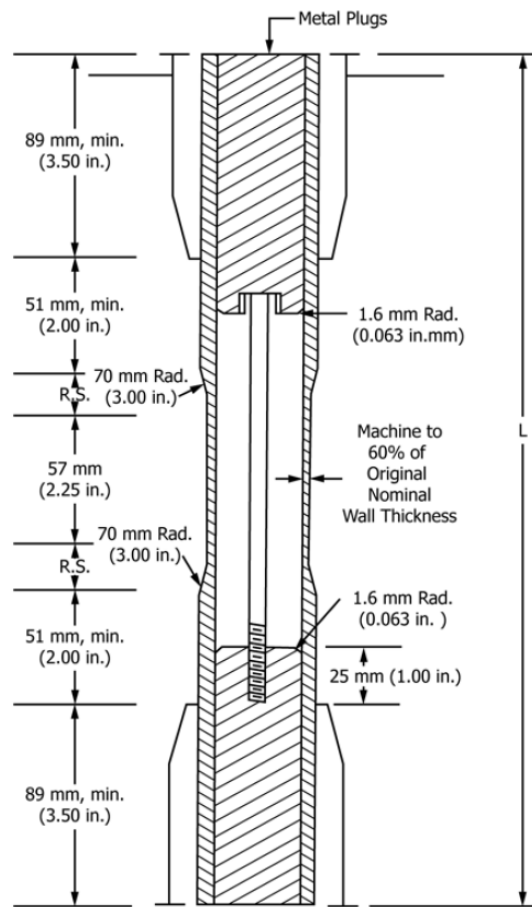


Dimensi spesimen tabung

Nominal ketebalan dinding	Panjang bagian radial, 2R.S.	Panjang total minimum spesimen yang dihitung	Panjang standar, L, dari spesimen yang akan digunakan untuk jaw 89 mm (3,5 in.) ^A
mm (in.)			
0,79 (1/32)	13,9 (0,547)	350 (13,80)	381 (15)
1,2 (3/64)	17,0 (0,670)	354 (13,92)	381 (15)
1,6 (1/16)	19,6 (0,773)	356 (14,02)	381 (15)
2,4 (3/32)	24,0 (0,946)	361 (14,20)	381 (15)
3,2 (1/8)	27,7 (1,091)	364 (14,34)	381 (15)
4,8 (3/16)	33,9 (1,333)	370 (14,58)	381 (15)
6,4 (1/4)	39,0 (1,536)	376 (14,79)	400 (15,75)
7,9 (5/16)	43,5 (1,714)	380 (14,96)	400 (15,75)
9,5 (3/8)	47,6 (1,873)	384 (15,12)	400 (15,75)
11,1 (7/16)	51,3 (2,019)	388 (15,27)	400 (15,75)
12,7 (1/2)	54,7 (2,154)	391 (15,40)	419 (16,5)

^AUntuk jaw yang lebih besar dari 89 mm (3,5 in.), panjang standar harus ditambah dua kali panjang jaw dikurangi 178 mm (7 in.). Panjang standar memungkinkan selip sekitar 6,4 hingga 12,7 mm (0,25 hingga 0,50 in.) di setiap jaw sambil mempertahankan panjang maksimum cengkeraman jaw.

Gambar 2 – Diagram yang menunjukkan lokasi spesimen uji tarik tabung pada mesin pengujian



Dimensions of tube specimens

Nominal Wall Thickness	Length of Radial Sections, 2R.S.	Total Calculated Minimum Length of Specimen	Standard Length, <i>L</i> , of Specimen to Be Used for 89-mm (3,5-in.) Jaws ^A
mm (in.)			
0,79 (1/32)	13,9 (0,547)	350 (13,80)	381 (15)
1,2 (3/64)	17,0 (0,670)	354 (13,92)	381 (15)
1,6 (1/16)	19,6 (0,773)	356 (14,02)	381 (15)
2,4 (3/32)	24,0 (0,946)	361 (14,20)	381 (15)
3,2 (1/8)	27,7 (1,091)	364 (14,34)	381 (15)
4,8 (3/16)	33,9 (1,333)	370 (14,58)	381 (15)
6,4 (1/4)	39,0 (1,536)	376 (14,79)	400 (15,75)
7,9 (5/16)	43,5 (1,714)	380 (14,96)	400 (15,75)
9,5 (3/8)	47,6 (1,873)	384 (15,12)	400 (15,75)
11,1 (7/16)	51,3 (2,019)	388 (15,27)	400 (15,75)
12,7 (1/2)	54,7 (2,154)	391 (15,40)	419 (16,5)

^AFor jaws greater than 89 mm (3,5 in.), the standard length shall be increased by twice the length of the jaws minus 178 mm (7 in.). The standard length permits a slippage of approximately 6,4 to 12,7 mm (0,25 to 0,50 in.) in each jaw while maintaining the maximum length of the jaw grip.

FIG. 2 Diagram showing location of tube tension test specimens in testing machine

6.5 Jika perlu menempatkan *gage mark* pada spesimen, hal ini harus dilakukan dengan krayon lilin atau tinta India yang tidak akan memengaruhi material yang sedang diuji. *Gage mark* pada spesimen tidak boleh dicoret, ditusuk, atau ditekan.

6.6 Saat menguji material yang diduga anisotropi, Kumpulan duplikat spesimen uji harus disiapkan, dengan sumbu panjangnya sejajar dan tegak lurus terhadap arah dugaan anisotropi.

7 Jumlah spesimen uji

7.1 Uji setidaknya lima spesimen untuk setiap sampel material isotropik.

7.2 Untuk material anisotropik, jika memungkinkan, uji lima spesimen yang normal dan lima sejajar dengan sumbu utama anisotropi.

7.3 Buang spesimen yang patah karena adanya cacat, atau patah di luar bagian uji potongan melintang yang sempit (Gambar 1, dimensi "L"), dan lakukan pengujian ulang, kecuali jika cacat tersebut merupakan variabel yang akan dipelajari.

CATATAN 10 Sebelum diuji, semua spesimen transparan harus diperiksa di polariskop. Spesimen yang menunjukkan pola regangan yang tidak lazim atau terkonsentrasi harus ditolak, kecuali jika efek dari regangan residu ini merupakan variabel yang akan dipelajari.

8 Kecepatan pengujian

8.1 Kecepatan pengujian harus merupakan laju relatif pergerakan penjepit atau perlengkapan uji selama pengujian. Laju pergerakan penjepit atau perlengkapan yang digerakkan ketika mesin pengujian dalam keadaan diam dapat digunakan, jika dapat ditunjukkan bahwa kecepatan pengujian yang dihasilkan berada dalam batas variasi yang diperbolehkan.

8.2 Pilih kecepatan pengujian dari Tabel 1. Tentukan kecepatan pengujian yang dipilih ini berdasarkan spesifikasi untuk material yang diuji, atau berdasarkan kesepakatan antara pihak yang terkait. Jika kecepatan tidak ditentukan, gunakan kecepatan terendah yang tercantum di Tabel 1 untuk geometri spesimen yang digunakan, yang memberikan kerusakan dalam waktu pengujian 0,5 min hingga 5 min.

8.3 Lakukan penentuan modulus pada kecepatan yang dipilih untuk sifat tarik lainnya ketika respons dan resolusi perekam memadai.

9 Pengkondisian

9.1 Pengkondisian — Kondisikan spesimen uji sesuai dengan Prosedur A dari ASTM D618, kecuali ditentukan lain dalam kontrak atau spesifikasi material ASTM yang relevan. Waktu kondisi ditentukan sebagai minimum. Toleransi temperatur dan kelembapan harus sesuai dengan Bagian 7 dari ASTM D618 kecuali ditentukan berbeda dalam kontrak atau spesifikasi material.

9.2 Kondisi Uji — Lakukan pengujian pada temperatur dan kelembapan yang sama dengan yang digunakan untuk pengkondisian dengan toleransi sesuai dengan Bagian 7 ASTM D618, kecuali ditentukan lain oleh kontrak atau spesifikasi material ASTM yang relevan.

6.5 If it is necessary to place gage marks on the specimen, this shall be done with a wax crayon or India ink that will not affect the material being tested. Gage marks shall not be scratched, punched, or impressed on the specimen.

6.6 When testing materials that are suspected of anisotropy, duplicate sets of test specimens shall be prepared, having their long axes respectively parallel with, and normal to, the suspected direction of anisotropy.

7 Number of Test Specimens

7.1 Test at least five specimens for each sample in the case of isotropic materials.

7.2 For anisotropic materials, when applicable, test five specimens, normal to, and five parallel with, the principal axis of anisotropy.

7.3 Discard specimens that break at some flaw, or that break outside of the narrow cross-sectional test section (Fig. 1, dimension "L"), and make retests, unless such flaws constitute a variable to be studied.

NOTE 10 Before testing, all transparent specimens should be inspected in a polariscope. Those which show atypical or concentrated strain patterns should be rejected, unless the effects of these residual strains constitute a variable to be studied.

8 Speed of Testing

8.1 Speed of testing shall be the relative rate of motion of the grips or test fixtures during the test. The rate of motion of the driven grip or fixture when the testing machine is running idle may be used, if it can be shown that the resulting speed of testing is within the limits of variation allowed.

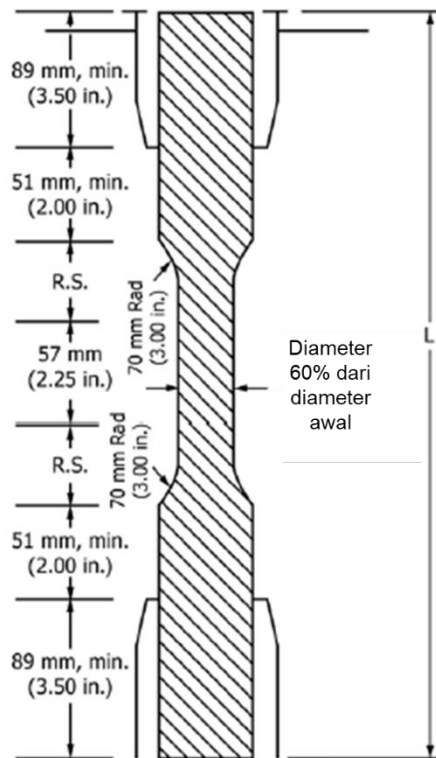
8.2 Choose the speed of testing from Table 1. Determine this chosen speed of testing by the specification for the material being tested, or by agreement between those concerned. When the speed is not specified, use the lowest speed shown in Table 1 for the specimen geometry being used, which gives rupture within 0,5 min to 5 min testing time.

8.3 Make modulus determinations at the speed selected for the other tensile properties when the recorder response and resolution are adequate.

9 Conditioning

9.1 Conditioning — Condition the test specimens in accordance with Procedure A of ASTM D618, unless otherwise specified by contract or the relevant ASTM material specification. Conditioning time is specified as a minimum. Temperature and humidity tolerances shall be in accordance with Section 7 of ASTM D618 unless specified differently by contract or material specification.

9.2 Test Conditions — Conduct the tests at the same temperature and humidity used for conditioning with tolerances in accordance with Section 7 of ASTM D618, unless otherwise specified by contract or the relevant ASTM material specification.

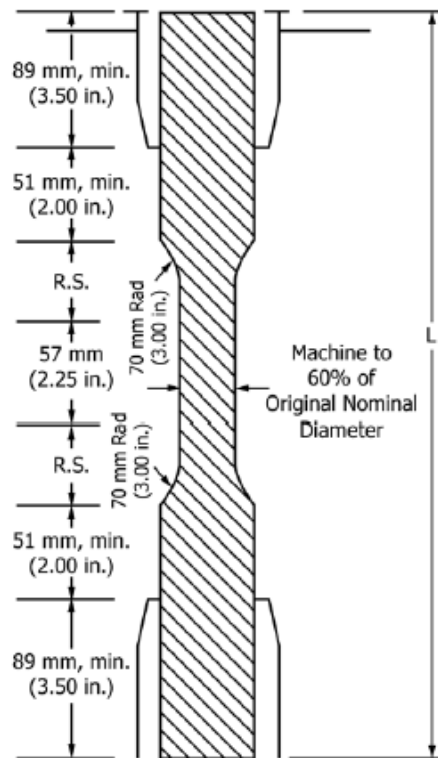


Dimensi spesimen berbentuk batang (rod)

Diameter nominal	Panjang bagian radial, 2R.S.	Panjang total minimum yang dihitung dari spesimen	Panjang standar, L, dari spesimen yang akan digunakan untuk jaw 89 mm (3,5 in.) ^A
mm (in.)			
3,2 (1/8)	19,6 (0,773)	356 (14,02)	381 (15)
4,7 (1/16)	24,0 (0,946)	361 (14,20)	381 (15)
6,4 (1/4)	27,7 (1,091)	364 (14,34)	381 (15)
9,5 (3/8)	33,9 (1,333)	370 (14,58)	381 (15)
12,7 (1/2)	39,0 (1,536)	376 (14,79)	400 (15,75)
15,9 (5/8)	43,5 (1,714)	380 (14,96)	400 (15,75)
19,0 (3/4)	47,6 (1,873)	384 (15,12)	400 (15,75)
22,2 (7/8)	51,5 (2,019)	388 (15,27)	400 (15,75)
25,4 (1)	54,7 (2,154)	391 (15,40)	419 (16,5)
31,8 (1 1/4)	60,9 (2,398)	398 (15,65)	419 (16,5)
38,1 (1 1/2)	66,4 (2,615)	403 (15,87)	419 (16,5)
42,5 (1 3/4)	71,4 (2,812)	408 (16,06)	419 (16,5)
50,8 (2)	76,0 (2,993)	412 (16,24)	432 (17)

^A Untuk jaw yang lebih besar dari 89 mm (3,5 in.), panjang standar harus ditambah dua kali panjang jaw dikurangi 178 mm (7 in.). Panjang standar memungkinkan selip sekitar 6,4 mm hingga 12,7 mm (0,25 in. hingga 0,50 in.) di setiap jaw sambil mempertahankan panjang maksimum penjepit jaw.

Gambar 3 – Diagram yang menunjukkan lokasi spesimen uji tarik berbentuk rod di mesin pengujian



Dimensions of rod specimens

Nominal Diameter	Length of Radial Sections, 2R.S.	Total Calculated Minimum Length of Specimen	Standard Length, <i>L</i> , of Specimen to Be Used for 89-mm (3.5-in.) Jaws ^A
mm (in.)			
3,2 (1/8)	19,6 (0,773)	356 (14,02)	381 (15)
4,7 (1/4)	24,0 (0,946)	361 (14,20)	381 (15)
6,4 (1/4)	27,7 (1,091)	364 (14,34)	381 (15)
9,5 (3/8)	33,9 (1,333)	370 (14,58)	381 (15)
12,7 (1/2)	39,0 (1,536)	376 (14,79)	400 (15,75)
15,9 (5/8)	43,5 (1,714)	380 (14,96)	400 (15,75)
19,0 (3/4)	47,6 (1,873)	384 (15,12)	400 (15,75)
22,2 (7/8)	51,5 (2,019)	388 (15,27)	400 (15,75)
25,4 (1)	54,7 (2,154)	391 (15,40)	419 (16,5)
31,8 (1 1/4)	60,9 (2,398)	398 (15,65)	419 (16,5)
38,1 (1 1/2)	66,4 (2,615)	403 (15,87)	419 (16,5)
42,5 (1 3/4)	71,4 (2,812)	408 (16,06)	419 (16,5)
50,8 (2)	76,0 (2,993)	412 (16,24)	432 (17)

^AFor jaws greater than 89 mm (3,5 in.), the standard length shall be increased by twice the length of the jaws minus 178 mm (7 in.). The standard length permits a slippage of approximately 6,4 mm to 12,7 mm (0,25 in. to 0,50 in.) in each jaw while maintaining the maximum length of the jaw grip.

FIG. 3 Diagram showing location of rod tension test specimen in testing machine

10 Prosedur

10.1 Ukur lebar dan ketebalan setiap spesimen hingga 0,025 mm (0,001 in.) terdekat menggunakan metode uji yang sesuai pada ASTM D5947.

Tabel 1 – Pemilihan untuk Kecepatan Pengujian^A

Klasifikasi ^B	Jenis spesimen	Kecepatan pengujian, mm/min (in./min)	Laju regangan nominal ^C pada awal pengujian, mm/mm·min (in./in.·min)
Kaku dan Semi kaku	Rod dan tabung I, II, III	5 (0,2) ± 25%	0,1
		50 (2) ± 10%	1
		500 (20) ± 10%	10
	IV	5 (0,2) ± 25%	0,15
		50 (2) ± 10%	1,5
		500 (20) ± 10%	15
	V	1 (0,05) ± 25%	0,1
		10 (0,5) ± 25%	1
		100 (5) ± 25%	10
		500 (20) ± 10%	15
Tidak kaku	III	50 (2) ± 10%	1
		500 (20) ± 10%	10
	IV	50 (2) ± 10%	1,5
		500 (20) ± 10%	15

^A Pilih kecepatan terendah yang menghasilkan putus dalam 0,5 min hingga 5 min untuk geometri spesimen yang digunakan (lihat 8.2).

^B Lihat ASTM D883 untuk definisinya.

^C Laju regangan awal tidak dapat dihitung secara pasti untuk spesimen berbentuk *dumbell* karena adanya perpanjangan, baik pada bagian yang diperkecil di luar panjang pengukur maupun pada *fillet*. Laju regangan awal ini dapat diukur dari kemiringan awal diagram regangan tarik versus waktu.

10.1.1 Ukur lebar dan ketebalan spesimen datar di tengah setiap spesimen dan dalam jarak 5 mm dari setiap ujung *gage length*.

10.1.2 Untuk spesimen yang dicetak injeksi, pengukuran sebenarnya hanya diperlukan pada satu spesimen dari setiap sampel ketika sebelumnya telah terbukti bahwa variasi lebar dan ketebalan antar spesimen kurang dari 1%.

10.1.3 Untuk lembaran tipis, termasuk film yang kurang dari 1,0 mm (0,04 in.), ambil lebar spesimen yang dihasilkan oleh cetakan Tipe IV sebagai jarak antara tepi pemotongan cetakan pada bagian yang sempit. Untuk semua spesimen lainnya, ukur lebar sebenarnya dari bagian tengah spesimen yang akan diuji, kecuali dapat ditunjukkan bahwa lebar sebenarnya spesimen sama dengan lebar cetakan dalam toleransi dimensi spesimen yang diberikan pada Gambar 1.

10.1.4 Ukur diameter spesimen berbentuk *rod*, serta diameter dalam dan luar spesimen tabung, hingga ketelitian 0,025 mm (0,001 in.) pada jarak minimum dua titik yang berjarak 90°; lakukan pengukuran ini di sepanjang alur untuk spesimen yang dibuat. Gunakan penyumbat pada spesimen tabung pengujian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

10 Procedure

10.1 Measure the width and thickness of each specimen to the nearest 0,025 mm (0.001 in.) using the applicable test methods in ASTM D5947.

Table 1 – designations for speed of testing^a

Classification ^B	Specimen Type	Speed of Testing, mm/min (in./min)	Nominal Strain ^C Rate at Start of Test, mm/mm·min (in./in.·min)
Rigid and Semirigid	I, II, III rods and tubes	5 (0,2) ± 25%	0.1
		50 (2) ± 10%	1
		500 (20) ± 10%	10
	IV	5 (0,2) ± 25%	0.15
		50 (2) ± 10%	1.5
		500 (20) ± 10%	15
	V	1 (0,05) ± 25%	0.1
		10 (0,5) ± 25%	1
		100 (5) ± 25%	10
Nonrigid	III	50 (2) ± 10%	1
		500 (20) ± 10%	10
	IV	50 (2) ± 10%	1.5
		500 (20) ± 10%	15

^ASelect the lowest speed that produces rupture in 0,5 min to 5 min for the specimen geometry being used (see 8.2).

^BSee ASTM D883 for definitions.

^CThe initial rate of straining cannot be calculated exactly for dumbbell-shaped specimens because of extension, both in the reduced section outside the gage length and in the fillets. This initial strain rate can be measured from the initial slope of the tensile strain-versus-time diagram.

10.1.1 Measure the width and thickness of flat specimens at the center of each specimen and within 5 mm of each end of the gage length.

10.1.2 For injection molded specimens, the actual measurement of only one specimen from each sample will suffice when it has previously been demonstrated that the specimen-to-specimen variation in width and thickness is less than 1%.

10.1.3 For thin sheeting, including film less than 1,0 mm (0.04 in.), take the width of specimens produced by a Type IV die as the distance between the cutting edges of the die in the narrow section. For all other specimens, measure the actual width of the center portion of the specimen to be tested, unless it can be shown that the actual width of the specimen is the same as that of the die within the specimen dimension tolerances given in Fig. 1.

10.1.4 Measure the diameter of rod specimens, and the inside and outside diameters of tube specimens, to the nearest 0,025 mm (0,001 in.) at a minimum of two points 90° apart; make these measurements along the groove for specimens so constructed. Use plugs in testing tube specimens, as shown in Fig. 2.

10.2 Tempatkan spesimen pada penjepit mesin pengujian, hati-hati agar sumbu panjang spesimen dan penjepit sejajar dengan garis imajiner yang menghubungkan titik-titik pemasangan penjepit ke mesin. Jarak antara ujung permukaan penjepit, bila menggunakan spesimen datar, harus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada spesimen tabung dan berbentuk *rod*, lokasi penjepit harus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Kencangkan penjepit secara merata dan kuat sampai pada tingkat yang diperlukan untuk mencegah selipnya spesimen selama pengujian, tetapi jangan sampai spesimen rusak.

10.3 Pasang indikator tambahan. Ketika modulus ditentukan, diperlukan ekstensometer Kelas B-2 atau yang lebih baik (lihat 5.2.1).

CATATAN 11 Modulus dari material ditentukan dari kemiringan bagian linear dari kurva tegangan-regangan. Untuk sebagian besar plastik, bagian linear ini sangat kecil, terjadi dengan sangat cepat, dan harus dicatat secara otomatis. Perubahan pemisahan *jaw* tidak boleh digunakan untuk menghitung modulus atau elongasi.

10.4 Atur kecepatan pengujian pada kecepatan yang sesuai seperti yang disyaratkan dalam Bagian 8, dan nyalakan mesin.

10.5 Catat kurva beban-pemanjangan dari spesimen.

10.6 Catat beban dan perpanjangan pada titik *yield* (jika ada) dan beban serta perpanjangan pada saat terjadi putus.

CATATAN 12 Jika diinginkan untuk mengukur modulus dan sifat kerusakan (*yield* atau putus, atau keduanya), mungkin perlu, dalam kasus material yang sangat mudah diekstensi, untuk menjalankan dua pengujian independen. Ekstensometer pembesaran tinggi yang biasanya digunakan untuk menentukan sifat hingga titik *yield* mungkin tidak cocok untuk pengujian yang memerlukan ekstensibilitas tinggi. Jika dibiarkan tetap menempel pada spesimen, ekstensometer dapat rusak secara permanen. Ekstensometer tambahan dengan jangkauan luas atau teknik aturan tangan mungkin diperlukan ketika material tersebut dianggap putus.

11 Perhitungan

11.1 *Toe compensation* harus dilakukan sesuai dengan Lampiran A1, kecuali dapat ditunjukkan bahwa daerah *toe* pada kurva tersebut bukan disebabkan oleh pengambilan pada saat sampel masih kendur (belum mencapai ketegangan yang diinginkan), penempatan spesimen, atau artefak lainnya, melainkan merupakan respons material asli.

11.2 Kuat Tarik— Hitung kuat tarik dengan membagi beban maksimum yang diterima spesimen dalam newton (gaya-pon) dengan rata-rata luas penampang asli pada segmen *gage length* spesimen dalam meter persegi (inci persegi). Nyatakan hasilnya dalam pascal (gaya pon per inci persegi) dan laporkan ke dalam tiga angka penting sebagai kekuatan tarik pada *yield* atau kekuatan tarik pada titik putus, istilah mana pun yang berlaku. Apabila terdapat beban *yield* nominal atau beban putus yang kurang dari maksimum dan berlaku, seringkali diinginkan untuk menghitung juga tegangan tarik yang sesuai pada saat *yield* atau tegangan tarik pada saat putus dengan cara yang serupa, dan melaporkannya dengan tiga angka penting (lihat Catatan A2.8).

11.3 Nilai elongasi valid dan dilaporkan jika terdapat keseragaman deformasi dalam *gage length* spesimen. Nilai elongasi secara kuantitatif relevan dan sesuai untuk desain teknik. Ketika deformasi yang tidak seragam (seperti *necking*) terjadi dalam *gage length* spesimen, nilai regangan nominal dilaporkan. Nilai regangan nominal hanya berguna secara kualitatif.

10.2 Place the specimen in the grips of the testing machine, taking care to align the long axis of the specimen and the grips with an imaginary line joining the points of attachment of the grips to the machine. The distance between the ends of the gripping surfaces, when using flat specimens, shall be as indicated in Fig. 1. On tube and rod specimens, the location for the grips shall be as shown in Fig. 2 and Fig. 3. Tighten the grips evenly and firmly to the degree necessary to prevent slippage of the specimen during the test, but not to the point where the specimen would be crushed.

10.3 Attach the extension indicator. When modulus is being determined, a Class B-2 or better extensometer is required (see 5.2.1).

NOTE 11 Modulus of materials is determined from the slope of the linear portion of the stress-strain curve. For most plastics, this linear portion is very small, occurs very rapidly, and must be recorded automatically. The change in jaw separation is never to be used for calculating modulus or elongation.

10.4 Set the speed of testing at the proper rate as required in Section 8, and start the machine.

10.5 Record the load-extension curve of the specimen.

10.6 Record the load and extension at the yield point (if one exists) and the load and extension at the moment of rupture.

NOTE 12 If it is desired to measure both modulus and failure properties (yield or break, or both), it may be necessary, in the case of highly extensible materials, to run two independent tests. The high magnification extensometer normally used to determine properties up to the yield point may not be suitable for tests involving high extensibility. If allowed to remain attached to the specimen, the extensometer could be permanently damaged. A broad-range incremental extensometer or handrule technique may be needed when such materials are taken to rupture.

11 Calculation

11.1 Toe compensation shall be made in accordance with Annex A1, unless it can be shown that the toe region of the curve is not due to the take-up of slack, seating of the specimen, or other artifact, but rather is an authentic material response.

11.2 Tensile Strength—Calculate the tensile strength by dividing the maximum load sustained by the specimen in newtons (pounds-force) by the average original cross-sectional area in the gage length segment of the specimen in square metres (square inches). Express the result in pascals (poundsforce per square inch) and report it to three significant figures as tensile strength at yield or tensile strength at break, whichever term is applicable. When a nominal yield or break load less than the maximum is present and applicable, it is often desirable to also calculate, in a similar manner, the corresponding tensile stress at yield or tensile stress at break and report it to three significant figures (see Note A2.8).

11.3 Elongation values are valid and are reported in cases where uniformity of deformation within the specimen gage length is present. Elongation values are quantitatively relevant and appropriate for engineering design. When non-uniform deformation (such as necking) occurs within the specimen gage length nominal strain values are reported. Nominal strain values are of qualitative utility only.

11.3.1 Persen elongasi — Persen elongasi adalah perubahan *gage length* relatif terhadap *gage length* spesimen awal, yang dinyatakan dalam persen. Persen elongasi dihitung dengan menggunakan peralatan yang dijelaskan pada 5.2.

11.3.1.1 Persen elongasi saat *yield* — Hitung persen elongasi saat *yield* dengan membaca perpanjangan (perubahan *gage length*) pada titik *yield*. Bagilah perpanjangan itu dengan *gage length* awalnya dan kalikan dengan 100.

11.3.1.2 Persen elongasi saat putus— Hitung persen elongasi saat putus dengan membaca perpanjangan (perubahan panjang pengukuran) pada titik putusnya spesimen. Bagilah perpanjangan itu dengan *gage length* awalnya dan kalikan dengan 100.

11.3.2 Regangan Nominal— Regangan nominal adalah perubahan pemisahan penjepit relatif terhadap pemisahan penjepit awal yang dinyatakan dalam persen. Regangan nominal dihitung menggunakan peralatan yang dijelaskan pada 5.1.7.

11.3.2.1 Regangan nominal saat putus— Hitung regangan nominal saat putus dengan membaca perpanjangan (perubahan pemisahan penjepit) pada titik putus. Bagilah perpanjangan tersebut dengan pemisahan penjepit awal dan kalikan dengan 100.

11.4 Modulus Elastisitas — Hitung modulus elastisitas dengan memperluas bagian linier awal dari kurva perpanjangan beban dan membagi perbedaan tegangan yang berhubungan dengan setiap segmen penampang pada garis lurus ini dengan perbedaan regangan yang sesuai. Semua nilai modulus elastis harus dihitung dengan menggunakan rata-rata luas penampang awal pada segmen panjang pengukuran spesimen dalam perhitungan. Hasilnya dinyatakan dalam pascal (gaya pon per inci persegi) dan dilaporkan dalam tiga angka penting.

11.5 Modulus Sekan— Pada regangan tertentu, regangan ini harus dihitung dengan membagi tegangan yang bersangkutan (nominal) dengan regangan yang ditentukan. Nilai modulus elastis lebih disukai dan harus dihitung bila memungkinkan. Namun, untuk material yang tidak menunjukkan proporsionalitas, nilai garis potong harus dihitung. Gambarkan garis singgung seperti yang diarahkan pada A1.3 dan Gambar A1.2, dan tandai regangan yang ditentukan dari titik *yield* di mana garis singgung melewati tegangan nol. Tegangan yang akan digunakan dalam perhitungan kemudian ditentukan dengan membagi kurva perpanjangan beban dengan luas penampang rata-rata awal spesimen.

11.6 Untuk setiap rangkaian pengujian, hitung rata-rata aritmatika dari semua nilai yang diperoleh dan laporkan sebagai “nilai rata-rata” untuk sifat tertentu yang dimaksud.

11.7 Hitung standar deviasi (perkiraan) sebagai berikut dan laporkan ke dua angka penting:

$$s = \sqrt{(\sum X^2 - n\bar{X}^2)/(n - 1)} \quad (1)$$

keterangan:

s = perkiraan standar deviasi,
 X = nilai pengamatan tunggal,
 n = jumlah pengamatan, dan
 \bar{X} = rata-rata aritmatika dari kumpulan pengamatan.

11.8 Lihat Lampiran A1 untuk informasi mengenai *toe compensation*.

11.9 Lihat Lampiran A3 untuk penentuan rasio Poisson.

11.3.1 Percent Elongation—Percent elongation is the change in gage length relative to the original specimen gage length, expressed as a percent. Percent elongation is calculated using the apparatus described in 5.2.

11.3.1.1 Percent Elongation at Yield—Calculate the percent elongation at yield by reading the extension (change in gage length) at the yield point. Divide that extension by the original gage length and multiply by 100.

11.3.1.2 Percent Elongation at Break—Calculate the percent elongation at break by reading the extension (change in gage length) at the point of specimen rupture. Divide that extension by the original gage length and multiply by 100.

11.3.2 Nominal Strain—Nominal strain is the change in grip separation relative to the original grip separation expressed as a percent. Nominal strain is calculated using the apparatus described in 5.1.7.

11.3.2.1 Nominal strain at break—Calculate the nominal strain at break by reading the extension (change in grip separation) at the point of rupture. Divide that extension by the original grip separation and multiply by 100.

11.4 Modulus of Elasticity—Calculate the modulus of elasticity by extending the initial linear portion of the load extension curve and dividing the difference in stress corresponding to any segment of section on this straight line by the corresponding difference in strain. All elastic modulus values shall be computed using the average original cross-sectional area in the gage length segment of the specimen in the calculations. The result shall be expressed in pascals (poundsforce per square inch) and reported to three significant figures.

11.5 Secant Modulus—At a designated strain, this shall be calculated by dividing the corresponding stress (nominal) by the designated strain. Elastic modulus values are preferable and shall be calculated whenever possible. However, for materials where no proportionality is evident, the secant value shall be calculated. Draw the tangent as directed in A1.3 and Fig. A1.2, and mark off the designated strain from the yield point where the tangent line goes through zero stress. The stress to be used in the calculation is then determined by dividing the loadextension curve by the original average cross-sectional area of the specimen.

11.6 For each series of tests, calculate the arithmetic mean of all values obtained and report it as the “average value” for the particular property in question.

11.7 Calculate the standard deviation (estimated) as follows and report it to two significant figures:

$$s = \sqrt{(\sum X^2 - n\bar{X}^2)/(n - 1)} \tag{1}$$

where:

- s* = estimated standard deviation,
- X* = value of single observation,
- n* = number of observations, and
- \bar{X} = arithmetic mean of the set of observations.

11.8 See Annex A1 for information on toe compensation.

11.9 See Annex A3 for the determination of Poisson’s Ratio.

12 Laporan

12.1 Laporkan informasi sebagai berikut:

12.1.1 Identifikasi lengkap material yang diuji, termasuk jenis, sumber, nomor kode pabrikan, bentuk, dimensi utama, riwayat sebelumnya, dll.,

12.1.2 Metode persiapan specimen uji,

12.1.3 Jenis spesimen uji dan dimensinya,

12.1.4 Prosedur pengkondisian yang digunakan,

12.1.5 Kondisi atmosfer di ruang pengujian,

12.1.6 Jumlah spesimen yang diuji; untuk material anisotropik, jumlah spesimen yang diuji dan arah pengujiannya,

12.1.7 Kecepatan pengujian,

12.1.8 Klasifikasi ekstensometer yang digunakan. Deskripsi teknik pengukuran dan perhitungan yang digunakan sebagai pengganti sistem ekstensometer minimum Kelas-C,

12.1.9 kuat tarik pada titik *yield* atau putus, nilai rata-rata, dan standar deviasi,

12.1.10 Tegangan tarik pada titik *yield* atau putus, jika ada, nilai rata-rata, dan standar deviasi,

12.1.11 Persen elongasi pada titik *yield* atau putus, atau regangan nominal saat putus, atau ketiganya, sebagaimana berlaku, nilai rata-rata, dan standar deviasi,

12.1.12 Modulus elastisitas atau modulus sekan, nilai rata-rata, dan standar deviasi,

12.1.13 Jika diukur, rasio Poisson, nilai rata-rata, standar deviasi, dan pernyataan apakah terdapat proporsionalitas dalam rentang regangan,

12.1.14 Tanggal pengujian, dan

12.1.15 Tanggal revisi SNI 9268.

Tabel 2 – Modulus, 10^6 psi, untuk delapan laboratorium, lima material

	Rata-rata	S_r	S_R	I_r	I_R
Polipropilena	0,210	0,0089	0,071	0,025	0,201
Selulosa asetat butirat	0,246	0,0179	0,035	0,051	0,144
Akrilik	0,481	0,0179	0,063	0,051	0,144
Nilon yang diperkuat kaca	1,17	0,0537	0,217	0,152	0,614
Poliester yang diperkuat kaca	1,39	0,0894	0,266	0,253	0,753

12 Report

12.1 Report the following information:

12.1.1 Complete identification of the material tested, including type, source, manufacturer’s code numbers, form, principal dimensions, previous history, etc.,

12.1.2 Method of preparing test specimens,

12.1.3 Type of test specimen and dimensions,

12.1.4 Conditioning procedure used,

12.1.5 Atmospheric conditions in test room,

12.1.6 Number of specimens tested; for anisotropic materials, the number of specimens tested and the direction in which they were tested,

12.1.7 Speed of testing,

12.1.8 Classification of extensometers used. A description of measuring technique and calculations employed instead of a minimum Class-C extensometer system,

12.1.9 Tensile strength at yield or break, average value, and standard deviation,

12.1.10 Tensile stress at yield or break, if applicable, average value, and standard deviation,

12.1.11 Percent elongation at yield, or break, or nominal strain at break, or all three, as applicable, average value, and standard deviation,

12.1.12 Modulus of elasticity or secant modulus, average value, and standard deviation,

12.1.13 If measured, Poisson’s ratio, average value, standard deviation, and statement of whether there was proportionality within the strain range,

12.1.14 Date of test, and

12.1.15 Revision date of SNI 9268.

Table 2 – Modulus, 10⁶ psi, for eight laboratories, five materials

	Mean	S _r	S _R	I _r	I _R
Polypropylene	0,210	0,0089	0,071	0,025	0,201
Cellulose acetate butyrate	0,246	0,0179	0,035	0,051	0,144
Acrylic	0,481	0,0179	0,063	0,051	0,144
Glass-reinforced nylon	1,17	0,0537	0,217	0,152	0,614
Glass-reinforced polyester	1,39	0,0894	0,266	0,253	0,753

13 Presisi dan bias⁵

13.1 Presisi— Presisi metode uji ini didasarkan pada dua studi antar laboratorium ASTM D638, Metode uji standar untuk sifat tarik plastik, yang dilakukan masing-masing pada tahun 1984 dan 1988. Tabel 2-4 didasarkan pada delapan laboratorium yang menguji lima material berbeda menggunakan spesimen Tipe I dengan ketebalan nominal 3,175 mm (0,125 in.). Setiap “hasil uji” mewakili lima penentuan individu. Setiap laboratorium diminta menyerahkan dua hasil uji ulangan, dari satu operator, untuk setiap material. ASTM E691 diikuti untuk desain dan analisis data; rinciannya diberikan dalam Laporan penelitian ASTM No. D20-1125.

13.1.1 Tabel 5-8 didasarkan pada sepuluh laboratorium yang menguji delapan material berbeda. Untuk setiap material, semua sampel dicetak di satu sumber, namun masing-masing spesimen disiapkan di laboratorium yang mengujinya. Setiap “hasil uji” mewakili lima penentuan individu. Setiap laboratorium diminta menyerahkan tiga hasil uji, dari satu operator untuk setiap material. Data dari beberapa laboratorium tidak dapat digunakan karena berbagai alasan, hal ini tercantum pada setiap tabel. ASTM E691 diikuti untuk desain dan analisis data; rinciannya diberikan dalam Laporan penelitian ASTM No. D20-1170.

13.1.2 Tabel 9 dan 10 didasarkan pada delapan laboratorium yang menguji tiga material berbeda. Untuk setiap material, semua sampel dicetak di satu sumber, namun masing-masing spesimen disiapkan di laboratorium yang mengujinya. Setiap “hasil uji” mewakili lima penentuan individu. Setiap laboratorium diminta menyerahkan tiga hasil pengujian, dari satu operator, untuk setiap material. ASTM E691 diikuti untuk desain dan analisis data; rinciannya diberikan dalam Laporan penelitian ASTM No. D20-1170.

13.1.3 Presisi metode uji ini sangat bergantung pada keseragaman penyiapan spesimen, praktik standar yang tercakup dalam dokumen lain.

13.2 Bias — Tidak ada standar yang diakui sebagai dasar estimasi bias untuk metode uji ini.

13.3 Peringatan—Data pada Tabel 2-10 harus tidak diterapkan secara ketat pada penerimaan atau penolakan material, karena data tersebut khusus untuk penelitian antar laboratorium dan belum tentu mewakili lot, kondisi, material, atau laboratorium lain. Pengguna metode uji ini harus menerapkan prinsip-prinsip yang diuraikan dalam ASTM E691 untuk menghasilkan data khusus untuk laboratorium dan materialnya atau antar laboratorium tertentu.

Tabel 3 – Tegangan tarik saat putus, 10³ psi, untuk delapan laboratorium, lima material^a

	Rata-rata	S_r	S_R	I_r	I_R
Polipropilena	2,97	1,54	1,65	4,37	4,66
Selulosa asetat butirat	4,82	0,058	0,180	0,164	0,509
Akrilik	9,09	0,452	0,751	1,27	2,13
Poliester yang diperkuat kaca	20,8	0,233	0,437	0,659	1,24
Nilon yang diperkuat kaca	23,6	0,277	0,698	0,784	1,98

^aNilai kuat tarik dan elongasi saat putus yang diperoleh untuk plastik propilena tanpa penguat umumnya sangat bervariasi karena ketidakkonsistenan dalam *necking* atau “*drawing*” bagian tengah batang uji. Karena kuat tarik dan elongasi pada titik *yield* lebih dapat direproduksi dan dalam banyak kasus berhubungan dengan kegunaan praktis dari bagian yang dicetak, maka hal tersebut umumnya direkomendasikan untuk tujuan spesifikasi.

⁵ Data pendukung tersedia dari Kantor Pusat ASTM. Permintaan RR:D20-1125 untuk round robin 1984 dan RR:D20-1170 untuk round robin 1988.

13 Precision and bias⁵

13.1 Precision—The precision of this test method is based on two interlaboratory studies of ASTM D638, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, conducted in 1984 and 1988, respectively. Tables 2-4 are based on eight laboratories who tested five different materials using Type I specimens of a nominal 3,175 mm (0,125 in.) thickness. Every “test result” represents five individual determinations. Each laboratory was asked to submit two replicate test results, from a single operator, for each material. ASTM E691 was followed for the design and analysis of the data; the details are given in ASTM Research report No. D20-1125.

13.1.1 Tables 5-8 are based on ten laboratories who tested eight different materials. For each material, all samples were molded at one source, but the individual specimens were prepared at the laboratories that tested them. Every “test result” represents five individual determinations. Each laboratory was asked to submit three test results, from a single operator for each material. Data from some laboratories could not be used for various reasons, and this is noted in each table. ASTM E691 was followed for the design and analysis of the data; the details are given in ASTM Research report No. D20-1170.

13.1.2 Tables 9 and 10 are based on eight laboratories who tested three different materials. For each material, all samples were molded at one source, but the individual specimens were prepared at the laboratories that tested them. Every “test result” represents five individual determinations. Each laboratory was asked to submit three test results, from a single operator, for each material. ASTM E691 was followed for the design and analysis of the data; the details are given in ASTM Research report No. D20-1170.

13.1.3 The precision of this test method is very dependent upon the uniformity of specimen preparation, standard practices for which are covered in other documents.

13.2 Bias—There are no recognized standards on which to base an estimate of bias for this test method.

13.3 Warning—The data in Tables 2-10 shall not be rigorously applied to acceptance or rejection of material, as those data are specific to the interlaboratory study and are not necessarily representative of other lots, conditions, materials, or laboratories. Users of this test method shall apply the principles outlined in ASTM E691 to generate data specific to their laboratory and materials or between specific laboratories.

Table 3 – Tensile stress at break, 10³ psi, for eight laboratories, five materials^a

	Mean	S _r	S _R	I _r	I _R
Polypropylene	2,97	1,54	1,65	4,37	4,66
Cellulose acetate butyrate	4,82	0,058	0,180	0,164	0,509
Acrylic	9,09	0,452	0,751	1,27	2,13
Glass-reinforced polyester	20,8	0,233	0,437	0,659	1,24
Glass-reinforced nylon	23,6	0,277	0,698	0,784	1,98

^aTensile strength and elongation at break values obtained for unreinforced propylene plastics generally are highly variable due to inconsistencies in necking or “drawing” of the center section of the test bar. Since tensile strength and elongation at yield are more reproducible and relate in most cases to the practical usefulness of a molded part, they are generally recommended for specification purposes.

⁵ Supporting data are available from ASTM Headquarters. Request RR:D20-1125 for the 1984 round robin and RR:D20-1170 for the 1988 round robin.

Tabel 4 – Elongasi saat putus,%, untuk delapan laboratorium, lima material^a

	Rata-rata	S_r	S_R	I_r	I_R
Poliester yang diperkuat kaca	3,68	0,20	2,33	0,570	6,59
Nilon yang diperkuat kaca	3,87	0,10	2,13	0,283	6,03
Akrilik	13,2	2,05	3,65	5,80	10,3
Selulosa asetat butirat	14,1	1,87	6,62	5,29	18,7
Polipropilena	293,0	50,9	119,0	144,0	337,0

^aNilai kuat tarik dan elongasi saat putus yang diperoleh untuk plastik propilena tanpa penguat umumnya sangat bervariasi karena ketidaksesuaian dalam proses *necking* atau "*drawing*" pada bagian tengah batang uji. Karena kuat tarik dan elongasi pada titik *yield* lebih dapat direproduksi dan umumnya lebih terkait dengan kegunaan praktis dari sebuah bagian cetakan, maka biasanya direkomendasikan untuk tujuan spesifikasi.

Tabel 5 – Tegangan tarik saat *yield*, untuk sepuluh laboratorium, delapan material

Material	Kecepatan pengujian, in./min	Nilai dinyatakan dalam satuan psi				
		Rata-rata	S_r	S_R	r	R
LDPE	20	1544	52,4	64,0	146,6	179,3
LDPE	20	1894	53,1	61,2	148,7	171,3
LLDPE	20	1879	74,2	99,9	207,8	279,7
LLDPE	20	1791	49,2	75,8	137,9	212,3
LLDPE	20	2900	55,5	87,9	155,4	246,1
LLDPE	20	1730	63,9	96,0	178,9	268,7
HDPE	2	4101	196,1	371,9	549,1	1041,3
HDPE	2	3523	175,9	478,0	492,4	1338,5

Tabel 6 – Elongasi tarik saat *yield*, untuk delapan laboratorium, delapan material

Material	Kecepatan pengujian, in./min	Nilai dinyatakan dalam satuan persen				
		Rata-rata	S_r	S_R	r	R
LDPE	20	17,0	1,26	3,16	3,52	8,84
LDPE	20	14,6	1,02	2,38	2,86	6,67
LLDPE	20	15,7	1,37	2,85	3,85	7,97
LLDPE	20	16,6	1,59	3,30	4,46	9,24
LLDPE	20	11,7	1,27	2,88	3,56	8,08
LLDPE	20	15,2	1,27	2,59	3,55	7,25
HDPE	2	9,27	1,40	2,84	3,91	7,94
HDPE	2	9,63	1,23	2,75	3,45	7,71

Tabel 7 – Tegangan tarik saat putus, untuk sembilan laboratorium, enam material

Material	Kecepatan pengujian, in./min	Nilai dinyatakan dalam satuan psi				
		Rata-rata	S_r	S_R	r	R
LDPE	20	1592	52,3	74,9	146,4	209,7
LDPE	20	1750	66,6	102,9	186,4	288,1
LLDPE	20	4379	127,1	219,0	355,8	613,3
LLDPE	20	2840	78,6	143,5	220,2	401,8
LLDPE	20	1679	34,3	47,0	95,96	131,6
LLDPE	20	2660	119,1	166,3	333,6	465,6

Table 4 - Elongation at break,%, for eight laboratories, five materials^a

	Mean	S _r	S _R	I _r	I _R
Glass-reinforced polyester	3,68	0,20	2,33	0,570	6,59
Glass-reinforced nylon	3,87	0,10	2,13	0,283	6,03
Acrylic	13,2	2,05	3,65	5,80	10,3
Cellulose acetate butyrate	14,1	1,87	6,62	5,29	18,7
Polypropylene	293,0	50,9	119,0	144,0	337,0

^A Tensile strength and elongation at break values obtained for unreinforced propylene plastics generally are highly variable due to inconsistencies in necking or “drawing” of the center section of the test bar. Since tensile strength and elongation at yield are more reproducible and relate in most cases to the practical usefulness of a molded part, they are generally recommended for specification purposes.

Table 5 - Tensile yield stress, for ten laboratories, eight materials

Material	Test Speed, in./min	Values Expressed in psi Units				
		Average	S _r	S _R	r	R
LDPE	20	1544	52,4	64,0	146,6	179,3
LDPE	20	1894	53,1	61,2	148,7	171,3
LLDPE	20	1879	74,2	99,9	207,8	279,7
LLDPE	20	1791	49,2	75,8	137,9	212,3
LLDPE	20	2900	55,5	87,9	155,4	246,1
LLDPE	20	1730	63,9	96,0	178,9	268,7
HDPE	2	4101	196,1	371,9	549,1	1041,3
HDPE	2	3523	175,9	478,0	492,4	1338,5

Table 6 -Tensile yield elongation, for eight laboratories, eight materials

Material	Test Speed, in./min	Values Expressed in Percent Units				
		Average	S _r	S _R	r	R
LDPE	20	17,0	1,26	3,16	3,52	8,84
LDPE	20	14,6	1,02	2,38	2,86	6,67
LLDPE	20	15,7	1,37	2,85	3,85	7,97
LLDPE	20	16,6	1,59	3,30	4,46	9,24
LLDPE	20	11,7	1,27	2,88	3,56	8,08
LLDPE	20	15,2	1,27	2,59	3,55	7,25
HDPE	2	9,27	1,40	2,84	3,91	7,94
HDPE	2	9,63	1,23	2,75	3,45	7,71

Tabel 7 – Tensile Break Stress, for Nine Laboratories, Six Materials

Material	Kecepatan pengujian, in./min	Nilai dinyatakan dalam satuan psi				
		Rata-rata	S _r	S _R	r	R
LDPE	20	1592	52,3	74,9	146,4	209,7
LDPE	20	1750	66,6	102,9	186,4	288,1
LLDPE	20	4379	127,1	219,0	355,8	613,3
LLDPE	20	2840	78,6	143,5	220,2	401,8
LLDPE	20	1679	34,3	47,0	95,96	131,6
LLDPE	20	2660	119,1	166,3	333,6	465,6

Tabel 8 – Elongasi tarik saat putus, untuk sembilan laboratorium, enam material

Material	Kecepatan pengujian, in./min	Nilai dinyatakan dalam satuan persen				
		Rata-rata	S_r	S_R	r	R
LDPE	20	567	31,5	59,5	88,2	166,6
LDPE	20	569	61,5	89,2	172,3	249,7
LLDPE	20	890	25,7	113,8	71,9	318,7
LLDPE	20	64,4	6,68	11,7	18,7	32,6
LLDPE	20	803	25,7	104,4	71,9	292,5
LLDPE	20	782	41,6	96,7	116,6	270,8

Tabel 9 – Tegangan tarik saat *yield*, 10^3 psi, untuk delapan laboratorium, tiga material

	Rata-rata	S_r	S_R	I_r	I_R
Polipropilena	3,63	0,022	0,161	0,062	0,456
Selulosa asetat butirat	5,01	0,058	0,227	0,164	0,642
Akrilik	10,4	0,067	0,317	0,190	0,897

Tabel 10 – Elongasi saat *yield*,%, untuk delapan laboratorium, tiga material

	Rata-rata	S_r	S_R	I_r	I_R
Selulosa asetat butirat	3,65	0,27	0,62	0,76	1,75
Akrilik	4,89	0,21	0,55	0,59	1,56
Polipropilena	8,79	0,45	5,86	1,27	16,5

13.4 Pengujian kesetaraan pada data numerik dari dua sumber harus dilakukan sesuai dengan ASTM E2935.

14 Kata kunci

14.1 modulus elastisitas; persen elongasi; plastik; rasio Poisson; sifat tarik; kuat tarik

Table 8 - Tensile break elongation, for nine laboratories, six materials

Material	Test Speed, in./min	Values Expressed in Percent Units				
		Average	S_r	S_R	r	R
LDPE	20	567	31,5	59,5	88,2	166,6
LDPE	20	569	61,5	89,2	172,3	249,7
LLDPE	20	890	25,7	113,8	71,9	318,7
LLDPE	20	64,4	6,68	11,7	18,7	32,6
LLDPE	20	803	25,7	104,4	71,9	292,5
LLDPE	20	782	41,6	96,7	116,6	270,8

Table 9 - Tensile stress at yield, 10³ psi, for eight laboratories, three materials

	Mean	S_r	S_R	I_r	I_R
Polypropylene	3,63	0,022	0,161	0,062	0,456
Cellulose acetate butyrate	5,01	0,058	0,227	0,164	0,642
Acrylic	10,4	0,067	0,317	0,190	0,897

Table 10 - Elongation at yield, %, for eight laboratories, three materials

	Mean	S_r	S_R	I_r	I_R
Cellulose acetate butyrate	3,65	0,27	0,62	0,76	1,75
Acrylic	4,89	0,21	0,55	0,59	1,56
Polypropylene	8,79	0,45	5,86	1,27	16,5

13.4 Equivalence testing on numerical data from two sources shall be conducted in accordance with ASTM E2935.

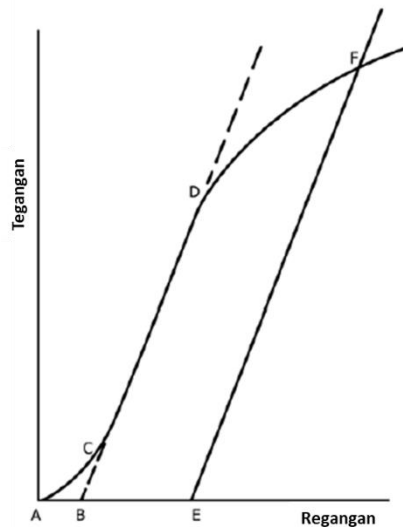
14 Keywords

14.1 modulus of elasticity; percent elongation; plastics; Poisson's ratio; tensile properties; tensile strength

LAMPIRAN (Informasi wajib)

A1 *Toe compensation*

A1.1 Pada kurva tegangan-regangan yang khas (Gambar A1.1), terdapat daerah *toe*, AC, yang tidak mewakili sifat material. Ini merupakan artefak yang disebabkan oleh penyesuaian kelebihan tarikan dan penyejajaran atau penempatan yang tepat dari spesimen uji. Untuk mendapatkan nilai yang benar dari parameter seperti modulus, regangan, dan *offset yield point*, artefak ini harus diperhitungkan untuk memberikan titik nol yang sesuai pada sumbu regangan atau perpanjangan.



CATATAN 1—Beberapa pencatat grafik memplot *mirror image* dari grafik ini.
Gambar A1.1 – Material dengan daerah Hookean

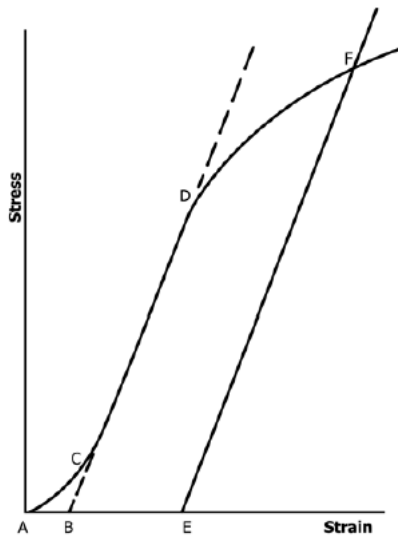
A1.2 Untuk material yang menunjukkan perilaku Hookean (linear) (Gambar A1.1), lanjutan dari daerah linear (CD) pada kurva dibuat melalui sumbu tegangan-nol. Perpotongan ini (B) adalah titik regangan nol yang dikoreksi dari mana semua perpanjangan atau regangan harus diukur, termasuk *yield offset* (BE), jika berlaku. Modulus elastisitas dapat ditentukan dengan membagi tegangan pada titik mana pun di sepanjang garis CD (atau perpanjangannya) dengan regangan pada titik yang sama (diukur dari Titik B, yang ditetapkan sebagai regangan-nol).

A1.3 Untuk material yang tidak menunjukkan daerah linear apa pun (Gambar A1.2), koreksi *toe* yang sama dari titik regangan-nol dapat dilakukan dengan membuat sebuah tangen terhadap kemiringan maksimum pada titik infleksi (H'). Ini diperpanjang untuk berpotongan dengan sumbu regangan pada Titik B', titik regangan-nol yang dikoreksi. Dengan menggunakan Titik B' sebagai regangan-nol, tegangan pada titik mana pun (G') pada kurva dapat dibagi dengan regangan pada titik tersebut untuk mendapatkan modulus sekan (kemiringan dari Garis B' G'). Untuk material-material yang tidak memiliki daerah linear, upaya apapun menggunakan tangen melalui titik infleksi sebagai dasar untuk menentukan *offset yield point* dapat menghasilkan eror yang tidak dapat diterima.

**ANNEXES
(Mandatory Information)**

A1 Toe compensation

A1.1 In a typical stress-strain curve (Fig. A1.1) there is a toe region, AC, that does not represent a property of the material. It is an artifact caused by a takeup of slack and alignment or seating of the specimen. In order to obtain correct values of such parameters as modulus, strain, and offset yield point, this artifact must be compensated for to give the corrected zero point on the strain or extension axis.

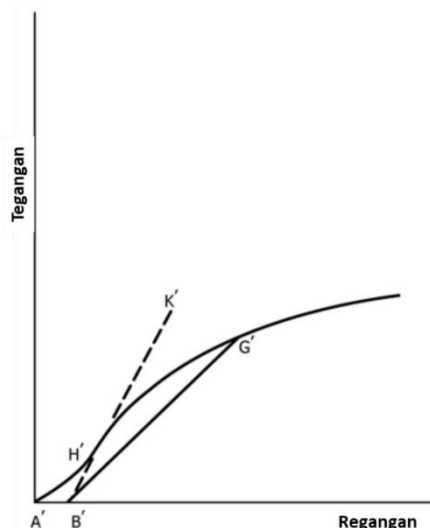


NOTE 1—Some chart recorders plot the mirror image of this graph.

FIG. A1.1 Material with Hookean Region

A1.2 In the case of a material exhibiting a region of Hookean (linear) behavior (Fig. A1.1), a continuation of the linear (CD) region of the curve is constructed through the zero-stress axis. This intersection (B) is the corrected zero-strain point from which all extensions or strains must be measured, including the yield offset (BE), if applicable. The elastic modulus can be determined by dividing the stress at any point along the line CD (or its extension) by the strain at the same point (measured from Point B, defined as zero-strain).

A1.3 In the case of a material that does not exhibit any linear region (Fig. A1.2), the same kind of toe correction of the zero-strain point can be made by constructing a tangent to the maximum slope at the inflection point (H). This is extended to intersect the strain axis at Point B', the corrected zero-strain point. Using Point B' as zero strain, the stress at any point (G') on the curve can be divided by the strain at that point to obtain a secant modulus (slope of Line B' G'). For those materials with no linear region, any attempt to use the tangent through the inflection point as a basis for determination of an offset yield point may result in unacceptable error.



CATATAN 1 Beberapa pencatat grafik memplot *mirror image* dari grafik ini.

Gambar A1.2 – Material tanpa daerah Hookean

A2 Definisi istilah dan symbol yang berkaitan dengan pengujian tarik plastik

A2.1 batas elastis—tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh suatu material tanpa adanya regangan permanen yang tersisa setelah pelepasan tegangan selesai. Dinyatakan dalam gaya per satuan luas, biasanya megapascal (pon-gaya per inci persegi).

CATATAN A2.1 Nilai yang diukur dari batas proporsional dan batas elastis sangat bervariasi dengan sensitivitas dan akurasi peralatan pengujian, eksentrisitas pembebanan, skala yang digunakan untuk menggambar diagram tegangan-regangan, dan faktor-faktor lainnya. Oleh karena itu, nilai ini biasanya diganti dengan *yield strength*.

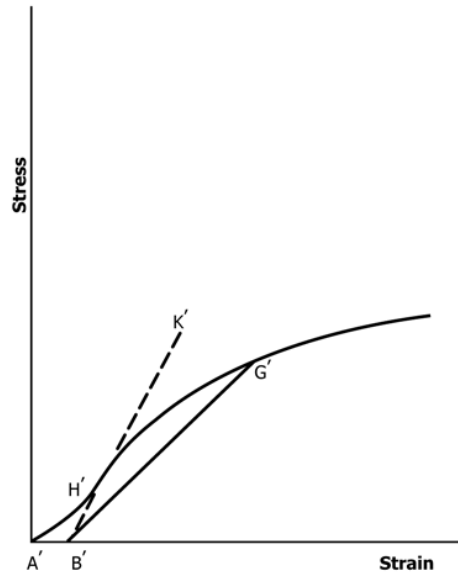
A2.2 elongasi—peningkatan panjang yang dihasilkan dalam *gage length* spesimen uji oleh beban tarik. Dinyatakan dalam satuan panjang, biasanya milimeter (inci). (Juga dikenal sebagai *extension*.)

CATATAN A2.2 Nilai elongasi dan regangan hanya berlaku dalam hal di mana keseragaman perilaku spesimen dalam *gage length* ada. Dalam hal material yang menunjukkan fenomena *necking*, nilai tersebut hanya memiliki kegunaan kualitatif setelah mencapai titik *yield*. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan untuk memastikan bahwa *necking* akan mencakup seluruh panjang antara *gage mark* sebelum spesimen rusak.

A2.3 gage length —panjang awal dari bagian spesimen yang digunakan untuk menentukan regangan atau perubahan panjang.

A2.4 modulus elastisitas—rasio tegangan (nominal) terhadap regangan yang sesuai di bawah batas proporsional suatu material. Dinyatakan dalam gaya per satuan luas, biasanya megapascal (pon-gaya per inci persegi). (Juga dikenal sebagai modulus elastik atau modulus Young).

CATATAN A2.3 Hubungan tegangan-regangan dari banyak jenis plastik tidak sesuai dengan hukum Hooke di seluruh rentang elastis, melainkan mengalami penyimpangan bahkan pada tegangan yang jauh di bawah batas elastis. Untuk material seperti itu, kemiringan tangen pada kurva tegangan-regangan pada tegangan rendah biasanya diambil sebagai modulus elastisitas. Karena keberadaan batas proporsional yang sesungguhnya pada plastik masih diperdebatkan, kesesuaian penggunaan istilah "modulus elastisitas" untuk menggambarkan kekakuan atau kerigidan plastik telah dipertanyakan secara serius.



NOTE 1 Some chart recorders plot the mirror image of this graph.

FIG. A1.2 Material with No Hookean Region

A2 Definitions of terms and symbols relating to tension testing of plastics

A2.1 elastic limit—the greatest stress which a material is capable of sustaining without any permanent strain remaining upon complete release of the stress. It is expressed in force per unit area, usually megapascals (pounds-force per square inch).

NOTE A2.1 Measured values of proportional limit and elastic limit vary greatly with the sensitivity and accuracy of the testing equipment, eccentricity of loading, the scale to which the stress-strain diagram is plotted, and other factors. Consequently, these values are usually replaced by yield strength.

A2.2 elongation—the increase in length produced in the gage length of the test specimen by a tensile load. It is expressed in units of length, usually millimetres (inches). (Also known as *extension*.)

NOTE A2.2 Elongation and strain values are valid only in cases where uniformity of specimen behavior within the gage length is present. In the case of materials exhibiting necking phenomena, such values are only of qualitative utility after attainment of yield point. This is due to inability to ensure that necking will encompass the entire length between the gage marks prior to specimen failure.

A2.3 gage length—the original length of that portion of the specimen over which strain or change in length is determined.

A2.4 modulus of elasticity—the ratio of stress (nominal) to corresponding strain below the proportional limit of a material. It is expressed in force per unit area, usually megapascals (pounds-force per square inch). (Also known as *elastic modulus* or *Young's modulus*).

NOTE A2.3 The stress-strain relations of many plastics do not conform to Hooke's law throughout the elastic range but deviate therefrom even at stresses well below the elastic limit. For such materials the slope of the tangent to the stress-strain curve at a low stress is usually taken as the modulus of elasticity. Since the existence of a true proportional limit in plastics is debatable, the propriety of applying the term "modulus of elasticity" to describe the stiffness or rigidity of a plastic has been seriously questioned.

Karakteristik tegangan-regangan yang tepat dari material plastik sangat tergantung pada faktor-faktor seperti laju pembebanan, temperatur, riwayat spesimen sebelumnya, dan lain sebagainya. Namun, nilai tersebut berguna jika sifat yang tidak dapat diprediksi secara pasti dan sifatnya yang bergantung pada waktu, temperatur, dan faktor-faktor lainnya dipahami.

A2.5 *necking*— pengurangan terlokalisasi pada penampang melintang yang mungkin terjadi pada material yang berada di bawah tegangan tarik.

A2.6 *offset yield strength*— tegangan di mana regangannya melebihi jumlah tertentu (*offset*) dari perpanjangan bagian proporsional awal kurva tegangan-regangan. Dinyatakan dalam gaya per satuan luas, biasanya dalam megapascal (pon gaya per inci persegi).

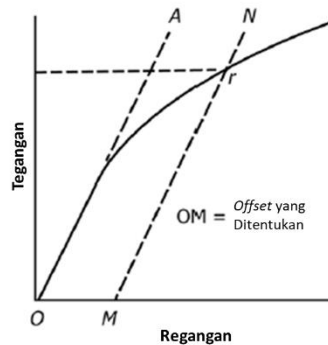
CATATAN A2.4 Pengukuran ini berguna untuk material yang kurva tegangan-regangannya dalam rentang *yield* yang memiliki lengkungan gradual. *Offset yield strength* dapat diturunkan dari kurva tegangan-regangan sebagai berikut (Gambar A2.1):

Pada sumbu regangan, buat OM sepanjang offset yang ditentukan.

Gambar OA sebagai tangen ke bagian lurus awal dari kurva tegangan-regangan.

Melalui M, gambar garis MN yang sejajar dengan OA dan tentukan titik potong MN dengan kurva tegangan-regangan.

Tegangan di titik potong r adalah "*offset yield strength*." Nilai offset yang ditentukan harus dinyatakan sebagai persentase dari *gage length* awal dengan nilai kekuatan. Contoh: *offset yield strength* 0,1% = ... MPa (psi), atau *yield strength* pada 0,1% offset ... MPa (psi).



Gambar A2.1 – Offset Yield Strength

A2.7 persen elongasi—elongasi dari spesimen uji yang dinyatakan sebagai persentase dari *gage length*.

A2.8 persen elongasi pada saat putus dan *yield*:

A2.8.1 persen elongasi pada saat putus—persen elongasi pada saat spesimen uji mengalami putus.

A2.8.2 persen elongasi pada saat *yield*—persen elongasi pada saat titik *yield* (A2.22) tercapai dalam spesimen uji.

A2.9 persen reduksi area (nominal)—perbedaan antara area penampang melintang awal yang diukur pada titik kerusakan (*rupture*) setelah putus dan setelah semua penyusutan telah berhenti, dinyatakan sebagai persentase dari area awal.

The exact stress-strain characteristics of plastic materials are very dependent on such factors as rate of stressing, temperature, previous specimen history, etc. However, such a value is useful if its arbitrary nature and dependence on time, temperature, and other factors are realized.

A2.5 necking—the localized reduction in cross section which may occur in a material under tensile stress.

A2.6 offset yield strength—the stress at which the strain exceeds by a specified amount (the offset) an extension of the initial proportional portion of the stress-strain curve. It is expressed in force per unit area, usually megapascals (poundsforce per square inch).

NOTE A2.4 This measurement is useful for materials whose stress-strain curve in the yield range is of gradual curvature. The offset yield strength can be derived from a stress-strain curve as follows (Fig. A2.1):

On the strain axis lay off OM equal to the specified offset.

Draw OA tangent to the initial straight-line portion of the stress-strain curve.

Through M draw a line MN parallel to OA and locate the intersection of MN with the stress-strain curve.

The stress at the point of intersection r is the “offset yield strength.” The specified value of the offset must be stated as a percent of the original gage length in conjunction with the strength value. *Example:* 0.1% offset yield strength = ... MPa (psi), or yield strength at 0.1% offset ... MPa (psi).

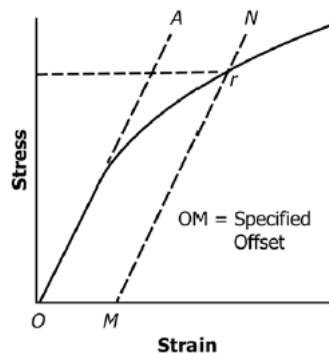


FIG. A2.1 – Offset Yield Strength

A2.7 percent elongation—the elongation of a test specimen expressed as a percent of the gage length.

A2.8 percent elongation at break and yield:

A2.8.1 percent elongation at break—the percent elongation at the moment of rupture of the test specimen.

A2.8.2 percent elongation at yield—the percent elongation at the moment the yield point (A2.22) is attained in the test specimen.

A2.9 percent reduction of area (nominal)—the difference between the original cross-sectional area measured at the point of rupture after breaking and after all retraction has ceased, expressed as a percent of the original area.

A2.10 persen reduksi area (sebenarnya)—perbedaan antara area penampang melintang awal spesimen uji dan area penampang melintang minimum dalam batas-batas ukuran yang berlaku pada saat rusak, dinyatakan sebagai persentase dari area awal.

A2.11 rasio Poisson—Nilai mutlak dari rasio regangan transversal terhadap regangan aksial yang sesuai yang diakibatkan oleh tegangan aksial yang terdistribusi secara merata di bawah batas proporsional material.

A2.12 batas proporsional—tegangan terbesar yang dapat dipertahankan oleh material tanpa adanya deviasi dari proporsionalitas tegangan terhadap regangan (hukum Hooke). Dinyatakan dalam gaya per satuan luas, biasanya megapascal (pon-gaya per inci persegi).

A2.13 laju pembebanan—perubahan beban tarik yang dibawa oleh spesimen per satuan waktu. Dinyatakan dalam gaya per satuan waktu, biasanya newton (pounds-force) per menit. Laju pembebanan awal dapat dihitung dari kemiringan awal diagram beban versus waktu.

A2.14 laju regangan—perubahan regangan tarik per satuan waktu. Dinyatakan baik sebagai regangan per satuan waktu, biasanya meter per meter (inci per inci) per menit, atau persen elongasi per satuan waktu, biasanya persen elongasi per menit. Laju regangan awal dapat dihitung dari kemiringan awal diagram regangan tarik versus waktu.

CATATAN A2.5 Laju regangan awal serupa dengan laju pergerakan *crosshead* dibagi dengan jarak awal antara *crosshead* hanya untuk mesin dengan laju pergerakan *crosshead* konstan dan ketika spesimen penampang melintang awal yang seragam, tidak "neck down," dan tidak slip di *jaw*.

A2.15 laju tegangan (nominal)—perubahan tegangan tarik (nominal) per satuan waktu. Dinyatakan dalam gaya per satuan luas per satuan waktu, biasanya megapascal (pon-gaya per inci persegi) per menit. Laju tegangan awal dapat dihitung dari kemiringan awal diagram tegangan tarik (nominal) versus waktu.

CATATAN A2.6 Laju tegangan awal yang ditentukan dengan cara ini memiliki signifikansi sifat fisik terbatas. Namun, secara kasar, menjelaskan laju rata-rata di mana tegangan awal (nominal) yang dibawa oleh spesimen uji diterapkan. Ini dipengaruhi oleh karakteristik elastisitas dan aliran dari material yang diuji. Pada titik *yield*, laju tegangan (sebenarnya) dapat terus memiliki nilai positif jika luas penampang melintang berkurang.

A2.16 modulus sekan—rasio tegangan (nominal) terhadap regangan yang sesuai pada titik yang ditentukan pada kurva tegangan-regangan. Dinyatakan dalam gaya per satuan luas, biasanya megapascal (pon-gaya per inci persegi), dan dilaporkan bersama dengan tegangan atau regangan yang ditentukan.

CATATAN A2.7 Pengukuran ini biasanya digunakan sebagai pengganti modulus elastisitas jika material yang diagram tegangan-regangannya tidak menunjukkan proporsionalitas tegangan terhadap regangan.

A2.17 regangan—rasio elongasi terhadap *gage length* dari spesimen uji, yaitu, perubahan panjang per satuan panjang awal. Dinyatakan sebagai rasio tanpa dimensi.

A2.17.1 regangan nominal saat putus—regangan pada saat rusak relatif terhadap jarak awal antara penjepit.

A2.10 percent reduction of area (true)—the difference between the original cross-sectional area of the test specimen and the minimum cross-sectional area within the gage boundaries prevailing at the moment of rupture, expressed as a percentage of the original area.

A2.11 Poisson's ratio—The absolute value of the ratio of transverse strain to the corresponding axial strain resulting from uniformly distributed axial stress below the proportional limit of the material.

A2.12 proportional limit—the greatest stress which a material is capable of sustaining without any deviation from proportionality of stress to strain (Hooke's law). It is expressed in force per unit area, usually megapascals (pounds-force per square inch).

A2.13 rate of loading—the change in tensile load carried by the specimen per unit time. It is expressed in force per unit time, usually newtons (pounds-force) per minute. The initial rate of loading can be calculated from the initial slope of the load versus time diagram.

A2.14 rate of straining—the change in tensile strain per unit time. It is expressed either as strain per unit time, usually metres per metre (inches per inch) per minute, or percent elongation per unit time, usually percent elongation per minute. The initial rate of straining can be calculated from the initial slope of the tensile strain versus time diagram.

NOTE A2.5 The initial rate of straining is synonymous with the rate of crosshead movement divided by the initial distance between crossheads only in a machine with constant rate of crosshead movement and when the specimen has a uniform original cross section, does not "neck down," and does not slip in the jaws.

A2.15 rate of stressing (nominal)—the change in tensile stress (nominal) per unit time. It is expressed in force per unit area per unit time, usually megapascals (pounds-force per square inch) per minute. The initial rate of stressing can be calculated from the initial slope of the tensile stress (nominal) versus time diagram.

NOTE A2.6 The initial rate of stressing as determined in this manner has only limited physical significance. It does, however, roughly describe the average rate at which the initial stress (nominal) carried by the test specimen is applied. It is affected by the elasticity and flow characteristics of the materials being tested. At the yield point, the rate of stressing (true) may continue to have a positive value if the cross-sectional area is decreasing.

A2.16 secant modulus—the ratio of stress (nominal) to corresponding strain at any specified point on the stress-strain curve. It is expressed in force per unit area, usually megapascals (pounds-force per square inch), and reported together with the specified stress or strain.

NOTE A2.7 This measurement is usually employed in place of modulus of elasticity in the case of materials whose stress-strain diagram does not demonstrate proportionality of stress to strain.

A2.17 strain—the ratio of the elongation to the gage length of the test specimen, that is, the change in length per unit of original length. It is expressed as a dimensionless ratio.

A2.17.1 nominal strain at break—the strain at the moment of rupture relative to the original grip separation.

A2.18 kuat tarik (nominal)—tegangan tarik maksimum (nominal) yang ditahan oleh spesimen selama pengujian tarik. Ketika tegangan maksimum terjadi pada titik *yield* (A2.22), nilainya akan ditunjuk sebagai kuat tarik pada saat *yield*. Ketika tegangan maksimum terjadi pada saat putus, nilainya akan ditunjuk sebagai kuat tarik pada saat putus.

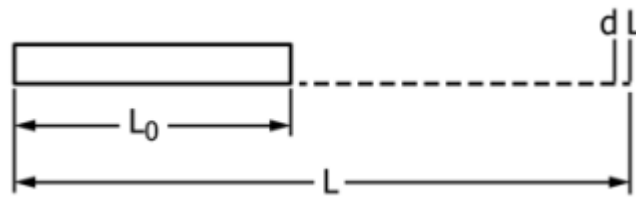
A2.19 tegangan tarik (nominal)—beban tarik per satuan luas dari penampang melintang awal minimum, dalam batas-batas ukuran yang diukur oleh spesimen uji pada setiap saat tertentu. Dinyatakan dalam gaya per satuan luas, biasanya megapascal (pon-gaya per inci persegi).

CATATAN A2.8 Pernyataan sifat tarik untuk penampang melintang awal minimum hampir secara universal digunakan dalam praktik. Untuk material yang menunjukkan ekstensibilitas tinggi atau *necking*, atau keduanya (A2.16), perhitungan tegangan nominal mungkin tidak berarti setelah titik *yield* (A2.22) karena penurunan luas penampang yang besar terjadi. Dalam beberapa keadaan, mungkin diinginkan untuk menyatakan sifat tarik per satuan penampang melintang yang ada. Sifat-sifat ini disebut sifat tarik sebenarnya (yaitu, tegangan tarik sebenarnya, dan sebagainya).

A2.20 kurva tegangan-regangan tarik—sebuah diagram di mana nilai-nilai tegangan tarik diplot sebagai ordinat terhadap nilai-nilai regangan tarik yang sesuai sebagai absis.

A2.21 regangan sebenarnya (lihat Gambar A2.2) didefinisikan oleh persamaan berikut untuk ϵ_T :

$$\epsilon_T = \int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \ln L/L_0 \quad (\text{A2.1})$$



Gambar A2.2 - Ilustrasi persamaan *true strain*

keterangan:

dL = penambahan elongasi saat jarak antara *gage mark* adalah L ,

L_0 = jarak awal antara *gage mark*, dan

L = jarak antara *gage mark* pada setiap waktu.

A2.22 titik *yield*—titik pertama pada kurva tegangan-regangan di mana terjadi peningkatan regangan tanpa peningkatan tegangan (Gambar A2.2).

CATATAN A2.9 Hanya material yang kurva tegangan-regangannya menunjukkan titik *slope nol* yang dapat dianggap memiliki titik *yield*.

CATATAN A2.10 Beberapa material menunjukkan "putus" atau diskontinuitas yang jelas dalam kurva tegangan-regangan di wilayah elastis. Menurut definisi, Putus ini bukanlah titik *yield*. Namun, titik ini mungkin berguna untuk karakterisasi material dalam beberapa kasus.

A2.23 *yield strength*—tegangan di mana suatu material menunjukkan deviasi batas tertentu dari proporsionalitas tegangan terhadap regangan. Kecuali dinyatakan lain, tegangan ini akan menjadi tegangan pada titik *yield* dan saat dinyatakan dalam hubungannya dengan kuat tarik harus ditunjuk sebagai kuat tarik pada titik *yield* atau tegangan tarik pada titik *yield* sesuai A2.18 (Gambar A2.3). (Lihat *offset yield strength*.)

A2.24 Simbol—Simbol-simbol berikut dapat digunakan untuk istilah-istilah di atas:

A2.18 tensile strength (nominal)—the maximum tensile stress (nominal) sustained by the specimen during a tension test. When the maximum stress occurs at the yield point (A2.22), it shall be designated tensile strength at yield. When the maximum stress occurs at break, it shall be designated tensile strength at break.

A2.19 tensile stress (nominal)—the tensile load per unit area of minimum original cross section, within the gage boundaries, carried by the test specimen at any given moment. It is expressed in force per unit area, usually megapascals (pounds-force per square inch).

NOTE A2.8 The expression of tensile properties in terms of the minimum original cross section is almost universally used in practice. In the case of materials exhibiting high extensibility or necking, or both (A2.16), nominal stress calculations may not be meaningful beyond the yield point (A2.22) due to the extensive reduction in cross-sectional area that ensues. Under some circumstances it may be desirable to express the tensile properties per unit of minimum prevailing cross section. These properties are called true tensile properties (that is, true tensile stress, etc.).

A2.20 tensile stress-strain curve—a diagram in which values of tensile stress are plotted as ordinates against corresponding values of tensile strain as abscissas.

A2.21 true strain (see Fig. A2.2) is defined by the following equation for ϵ_T :

$$\epsilon_T = \int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \ln L/L_0 \tag{A2.1}$$

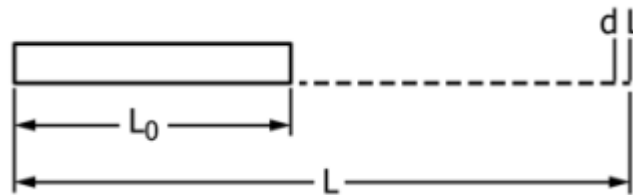


FIG. A2.2 Illustration of True Strain Equation

where:

dL = increment of elongation when the distance between the gage marks is L ,

L_0 = original distance between gauge marks, and

L = distance between gauge marks at any time.

A2.22 yield point—the first point on the stress-strain curve at which an increase in strain occurs without an increase in stress (Fig. A2.2).

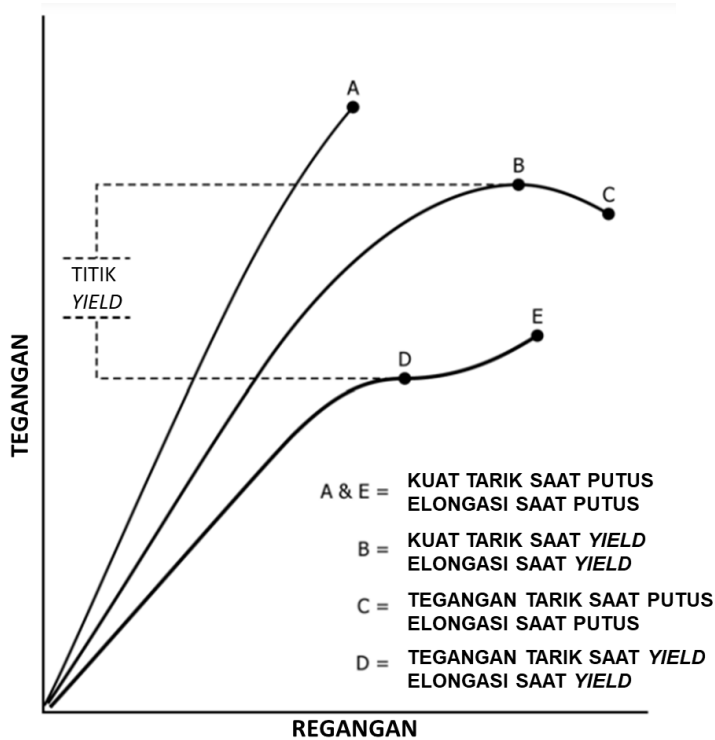
NOTE A2.9 Only materials whose stress-strain curves exhibit a point of zero slope may be considered as having a yield point.

NOTE A2.10 Some materials exhibit a distinct “break” or discontinuity in the stress-strain curve in the elastic region. This break is not a yield point by definition. However, this point may prove useful for material characterization in some cases.

A2.23 yield strength—the stress at which a material exhibits a specified limiting deviation from the proportionality of stress to strain. Unless otherwise specified, this stress will be the stress at the yield point and when expressed in relation to the tensile strength shall be designated either tensile strength at yield or tensile stress at yield as required in A2.18 (Fig. A2.3). (See offset yield strength.)

A2.24 Symbols—The following symbols may be used for the above terms:

Simbol	Istilah
W	Beban
ΔW	Penambahan beban
L	Jarak antara gage mark pada setiap waktu
L_0	Jarak awal antara <i>gage mark</i>
L_u	Jarak antara <i>gage mark</i> pada saat rusak
ΔL	Penambahan jarak antara <i>gage mark</i> = elongasi
A	Luas penampang melintang minimum pada setiap waktu
A_0	Luas penampang melintang awal
ΔA	Kenaikan luas penampang melintang
A_u	Luas penampang melintang pada titik rusak diukur setelah spesimen putus
A_T	Luas penampang melintang pada titik rusak, diukur pada saat rusak
t	Waktu
Δt	kenaikan waktu
σ	Tegangan tarik
$\Delta \sigma$	kenaikan tegangan
σ_T	Tegangan tarik sebenarnya
σ_U	Kuat tarik saat putus (nominal)
σ_{UT}	Kuat tarik saat putus (sebenarnya)
ϵ	Regangan
$\Delta \epsilon$	kenaikan regangan
ϵ_U	Regangan total, saat putus
ϵ_T	Regangan sebenarnya
$\%El$	Persentase elongasi
Y.P.	Titik <i>yield</i>
E	Modulus elastisitas



Gambar A2.3 – Penunjukan titik tarik

A2.25 Hubungan antara berbagai istilah ini dapat didefinisikan sebagai berikut:

Symbol	Term
W	Load
ΔW	Increment of load
L	Distance between gage marks at any time
L_o	Original distance between gage marks
L_u	Distance between gage marks at moment of rupture
ΔL	Increment of distance between gage marks = elongation
A	Minimum cross-sectional area at any time
A_o	Original cross-sectional area
ΔA	Increment of cross-sectional area
A_u	Cross-sectional area at point of rupture measured after breaking specimen
A_T	Cross-sectional area at point of rupture, measured at the moment of rupture
t	Time
Δt	Increment of time
σ	Tensile stress
$\Delta \sigma$	Increment of stress
σ_T	True tensile stress
σ_U	Tensile strength at break (nominal)
σ_{UT}	Tensile strength at break (true)
ϵ	Strain
$\Delta \epsilon$	Increment of strain
ϵ_U	Total strain, at break
ϵ_T	True strain
$\%E_l$	Percentage elongation
Y.P.	Yield point
E	Modulus of elasticity

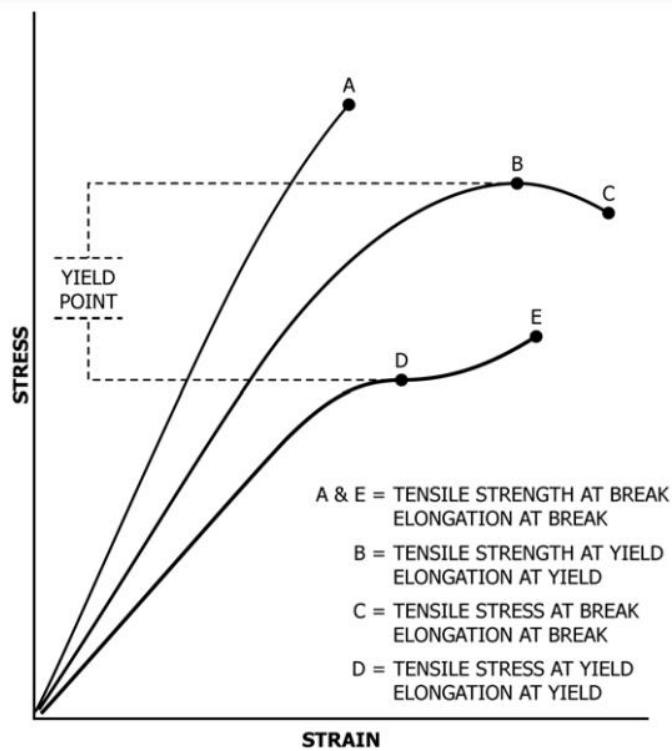


FIG. A2.3 Tensile Designations

A2.25 Relations between these various terms may be defined as follows:

$$\begin{aligned}\sigma &= W/A_0 \\ \sigma_T &= W/A \\ \sigma_U &= W/A_0 \text{ (dimana } W \text{ adalah beban putus)} \\ \sigma_{UT} &= W/A_T \text{ (dimana } W \text{ adalah beban putus)} \\ \varepsilon &= \Delta L/L_0 = (L - L_0)/L_0 \\ \varepsilon_U &= (L_u - L_0)/L_0 \\ \varepsilon_T &= \int_{L_0}^L dL/L = \ln L/L_0 \\ \%EI &= [(L - L_0)/L_0] \times 100 = \varepsilon \times 100\end{aligned}$$

Persen pengurangan luas (nominal) = $[(A_0 - A_u)/A_0] \times 100$

Persen pengurangan luas (sebenarnya) = $[(A_0 - A_T)/A_0] \times 100$

Laju pembebanan = $\Delta W/\Delta t$

Laju tegangan (nominal) = $\Delta\sigma/\Delta t = (\Delta W/A_0)/\Delta t$

Laju regangan = $\Delta\varepsilon/\Delta t = (\Delta L/L_0)/\Delta t$

Dalam hal di mana volume spesimen uji tidak berubah selama pengujian, tiga hubungan berikut berlaku:

$$\begin{aligned}\sigma_T &= \sigma(1 + \varepsilon) = \sigma L/L_0 \\ \sigma_{UT} &= \sigma_U(1 + \varepsilon_U) = \sigma_U L_u/L_0 \\ A &= A_0/(1 + \varepsilon)\end{aligned}\tag{A2.2}$$

A3 Pengukuran rasio Poisson

A3.1 Ruang lingkup

A3.1.1 Metode uji ini mencakup penentuan rasio Poisson yang diperoleh dari regangan yang dihasilkan dari tegangan uniaxial saja.

A3.1.2 Data uji yang diperoleh dengan metode uji ini relevan dan sesuai untuk digunakan dalam desain rekayasa.

A3.1.3 Nilai yang dinyatakan dalam satuan SI dianggap sebagai standar. Nilai yang diberikan dalam tanda kurung hanya untuk informasi.

CATATAN A3.1 Standar ini tidak setara dengan ISO 527-1.

A3.1.4 Standar internasional ini dikembangkan sesuai dengan prinsip-prinsip standarisasi yang diakui secara internasional yang ditetapkan dalam Keputusan tentang Prinsip-prinsip untuk Pengembangan Standar Internasional, Panduan, dan Rekomendasi yang dikeluarkan oleh Komite *World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT)*.

A3.2 Acuan normatif

A3.2.1 Standar ASTM:²

ASTM D618 Practice for Conditioning Plastics for Testing

ASTM D883 Terminology Relating to Plastics

ASTM D5947 Test Methods for Physical Dimensions of Solid Plastics Specimens

ASTM E83 Practice for Verification and Classification of Extensometer Systems

$$\begin{aligned} \sigma &= W/A_0 \\ \sigma_T &= W/A \\ \sigma_U &= W/A_0 \text{ (where } W \text{ is breaking load)} \\ \sigma_{UT} &= W/A_T \text{ (where } W \text{ is breaking load)} \\ \varepsilon &= \Delta L/L_0 = (L - L_0)/L_0 \\ \varepsilon_U &= (L_u - L_0)/L_0 \\ \varepsilon_T &= \int_{L_0}^L dL/L = \ln L/L_0 \\ \%EI &= [(L - L_0)/L_0] \times 100 = \varepsilon \times 100 \end{aligned}$$

Percent reduction of area (nominal) = $[(A_0 - A_u)/A_0] \times 100$

Percent reduction of area (true) = $[(A_0 - A_T)/A_0] \times 100$

Rate of loading = $\Delta W/\Delta t$

Rate of stressing (nominal) = $\Delta\sigma/\Delta = (\Delta W)/A_0/\Delta t$

Rate of straining = $\Delta\varepsilon/\Delta t = (\Delta L/L_0)/\Delta t$

For the case where the volume of the test specimen does not change during the test, the following three relations hold:

$$\begin{aligned} \sigma_T &= \sigma(1 + \varepsilon) = \sigma L/L_0 & (A2.2) \\ \sigma_{UT} &= \sigma_U(1 + \varepsilon_U) = \sigma_U L_u/L_0 \\ A &= A_0/(1 + \varepsilon) \end{aligned}$$

A3. Measurement of Poisson's ratio

A3.1 Scope

A3.1.1 This test method covers the determination of Poisson's ratio obtained from strains resulting from uniaxial stress only.

A3.1.2 Test data obtained by this test method are relevant and appropriate for use in engineering design.

A3.1.3 The values stated in SI units are regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

NOTE A3.1 This standard is not equivalent to ISO 527-1.

A3.1.4 This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

A3.2 Referenced Documents

A3.2.1 *ASTM Standards:*²

ASTM D618 Practice for Conditioning Plastics for Testing

ASTM D883 Terminology Relating to Plastics

ASTM D5947 Test Methods for Physical Dimensions of Solid Plastics Specimens

E83 Practice for Verification and Classification of Extensometer Systems

ASTM E132 Test Method for Poisson's Ratio at Room Temperature

ASTM E691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

ASTM E1012 Practice for Verification of Testing Frame and Specimen Alignment Under Tensile and Compressive Axial Force Application

A3.2.2 Standar ISO.⁴

ISO 527–1 Determination of Tensile Properties

A3.3 Istilah dan definisi

A3.3.1 Definisi— istilah dan definisi yang berlaku untuk metode uji ini terdapat dalam ASTM D883 dan Lampiran A2 dari standar ini.

A3.4 Signifikansi dan Penggunaan

A3.4.1 Ketika gaya tarik uniaxial diterapkan pada suatu benda padat, benda padat meregang ke arah gaya yang diterapkan (aksial), tetapi juga menyusut dalam kedua dimensi yang tegak lurus terhadap gaya yang diterapkan. Jika benda padat homogen dan isotropik, dan material tetap elastis di bawah aksi gaya yang diterapkan, regangan transversal memiliki hubungan konstan terhadap regangan aksial. Konstanta ini disebut rasio Poisson, didefinisikan sebagai rasio negatif dari regangan transversal (negatif) terhadap regangan aksial di bawah tegangan uniaxial.

A3.4.2 Rasio Poisson digunakan untuk desain struktur di mana semua perubahan dimensional yang dihasilkan dari penerapan gaya perlu diperhitungkan, serta dalam aplikasi teori elastisitas umum untuk analisis struktural.

CATATAN A3.2 Akurasi penentuan rasio Poisson biasanya terbatas pada akurasi pengukuran regangan transversal karena persentase kesalahan dalam pengukuran ini biasanya lebih besar daripada pengukuran regangan aksial. Karena yang diukur adalah rasio daripada kuantitas absolut, hanya perlu mengetahui dengan akurat nilai relatif faktor kalibrasi dari extensometer. Selain itu, pada umumnya, nilai beban yang diterapkan tidak perlu diketahui secara akurat.

A3.5 Peralatan

A3.5.1 Persyaratan mesin pengujian dan mikrometer merujuk 5.1 dan 5.3 dari standar ini.

A3.5.2 Untuk pengukuran rasio Poisson, gunakanlah baik ekstensometer bi-aksial atau ekstensometer aksial bersama dengan ekstensometer transversal. Alat tersebut harus mampu mencatat regangan aksial dan regangan transversal secara simultan. Ekstensometer harus mampu mengukur perubahan regangan dengan akurasi 1% dari nilai yang relevan atau lebih baik.

CATATAN A3.3 Sensor regangan digunakan sebagai metode alternatif untuk mengukur regangan aksial dan transversal; namun, teknik yang tepat untuk pemasangan sensor regangan sangat penting untuk mendapatkan data yang akurat. Konsultasikan dengan pemasok sensor regangan untuk petunjuk dan pelatihan dalam teknik khusus ini.

E132 Test Method for Poisson's Ratio at Room Temperature

E691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

E1012 Practice for Verification of Testing Frame and Specimen Alignment Under Tensile and Compressive Axial Force Application

A3.2.2 ISO Standard.⁴

ISO 527–1 Determination of Tensile Properties

A3.3 Terminology

A3.3.1 Definitions—Definitions of terms applying to this test method appear in ASTM D883 and Annex A2 of this standard.

A3.4 Significance and Use

A3.4.1 When uniaxial tensile force is applied to a solid, the solid stretches in the direction of the applied force (axially), but it also contracts in both dimensions perpendicular to the applied force. If the solid is homogeneous and isotropic, and the material remains elastic under the action of the applied force, the transverse strain bears a constant relationship to the axial strain. This constant, called Poisson's ratio, is defined as the negative ratio of the transverse (negative) to axial strain under uniaxial stress.

A3.4.2 Poisson's ratio is used for the design of structures in which all dimensional changes resulting from the application of force need to be taken into account and in the application of the generalized theory of elasticity to structural analysis.

NOTE A3.2 The accuracy of the determination of Poisson's ratio is usually limited by the accuracy of the transverse strain measurements because the percentage errors in these measurements are usually greater than in the axial strain measurements. Since a ratio rather than an absolute quantity is measured, it is only necessary to know accurately the relative value of the calibration factors of the extensometers. Also, in general, the value of the applied loads need not be known accurately.

A3.5 Apparatus

A3.5.1 Refer to 5.1 and 5.3 of this standard for the requirements of the testing machine and micrometers.

A3.5.2 For measurement of Poisson's Ratio use either a bi-axial extensometer or an axial extensometer in combination with a transverse extensometer. They must be capable of recording axial strain and transverse strain simultaneously. The extensometers shall be capable of measuring the change in strains with an accuracy of 1% of the relevant value or better.

NOTE A3.3 Strain gages are used as an alternative method to measure axial and transverse strain; however, proper techniques for mounting strain gauges are crucial to obtaining accurate data. Consult strain gauge suppliers for instruction and training in these special techniques.

A3.6 Spesimen Uji

A3.6.1 Spesimen—Spesimen uji harus sesuai dengan dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 1. Spesimen uji Tipe I adalah spesimen uji yang dipilih dan harus digunakan jika tersedia material yang cukup dengan ketebalan 7 mm (0,28 in.) atau kurang.

A3.6.2 Persiapan—Spesimen uji harus disiapkan dengan operasi permesinan, atau pemotongan dengan cetakan dari material dalam bentuk lembaran, pelat, batangan, atau bentuk serupa atau disiapkan dengan membuat cetakan material menjadi bentuk spesimen yang akan diuji.

CATATAN A3.4 Saat mempersiapkan spesimen dari beberapa laminasi komposit tertentu seperti *woven roving*, atau kain kaca, perhatian harus diberikan dalam memotong spesimen sejajar dengan penguat, kecuali pengujian spesimen dalam arah yang tidak sejajar dengan penguat merupakan variabel yang ingin dipelajari.

CATATAN A3.5 Spesimen yang disiapkan dengan injeksi molding memiliki sifat tarik yang berbeda dengan spesimen yang disiapkan dengan permesinan atau *die-cutting* karena orientasi yang diinduksi. Efek ini lebih jelas terlihat pada spesimen dengan bagian yang lebih kecil.

A3.6.3 Semua permukaan spesimen harus bebas dari cacat, goresan, atau ketidaksempurnaan yang terlihat. Tanda yang ditinggalkan oleh operasi pemesinan kasar harus dihilangkan secara hati-hati dengan kikir halus atau material abrasif, dan permukaan kikir kemudian harus dihaluskan dengan kertas abrasif (No. 00 atau lebih halus). Gerakan pengamplasan akhir harus dilakukan dengan arah sejajar dengan sumbu panjang spesimen uji. Semua *flash* harus dihilangkan dari spesimen yang dicetak, dengan sangat hati-hati agar tidak mengganggu permukaan yang dicetak. Dalam permesinan spesimen, pemotongan bagian bawah yang melebihi toleransi dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 1 harus dihindari dengan cermat. Kehati-hatian juga harus diberikan untuk menghindari kesalahan pemesinan umum lainnya.

A3.6.4 Jika perlu menempatkan *gage mark* pada spesimen, hal ini harus dilakukan dengan krayon lilin atau tinta India yang tidak akan memengaruhi material yang sedang diuji. *Gage mark* pada spesimen tidak boleh dicoret, ditusuk, atau ditekan.

A3.6.5 Saat menguji material yang diduga anisotropi, kumpulan duplikat spesimen uji harus disiapkan, dengan sumbu panjangnya sejajar dan tegak lurus terhadap arah dugaan anisotropi.

A3.7 Jumlah spesimen uji

A3.7.1 Uji setidaknya lima spesimen untuk setiap sampel material isotropik.

A3.7.2 Uji sepuluh spesimen, lima normal dan lima sejajar dengan sumbu utama anisotropi untuk setiap sampel material anisotropik.

3.8 Pengkondisian

A3.8.1 Spesimen harus dikondisikan dan diuji sesuai dengan persyaratan yang ditunjukkan pada Bagian 9 standar ini.

A3.9 Prosedur

A3.9.1 Ukur lebar dan ketebalan setiap spesimen hingga 0,025 mm (0,001 in.) terdekat menggunakan metode uji sesuai ASTM D5947. Ikuti pedoman yang ditentukan pada 10.1.1 dan 10.1.2 dari standar ini.

A3.6 Test Specimen

A3.6.1 Specimen—The test specimen shall conform to the dimensions shown in Fig. 1. The Type I specimen is the preferred specimen and shall be used where sufficient material having a thickness of 7 mm (0,28 in.) or less is available.

A3.6.2 Preparation—Test specimens shall be prepared by machining operations, or die cutting, from materials in sheet, plate, slab, or similar form or be prepared by molding the material into the specimen shape to be tested.

NOTE A3.4 When preparing specimens from certain composite laminates such as woven roving, or glass cloth, care must be exercised in cutting the specimens parallel to the reinforcement, unless testing of specimens in a direction other than parallel with the reinforcement constitutes a variable being studied.

NOTE A3.5 Specimens prepared by injection molding have different tensile properties than specimens prepared by machining or die-cutting because of the orientation induced. This effect is more pronounced in specimens with narrow sections.

A3.6.3 All surfaces of the specimen shall be free of visible flaws, scratches, or imperfections. Marks left by coarse machining operations shall be carefully removed with a fine file or abrasive, and the filed surfaces shall then be smoothed with abrasive paper (No. 00 or finer). The finishing sanding strokes shall be made in a direction parallel to the long axis of the test specimen. All flash shall be removed from a molded specimen, taking great care not to disturb the molded surfaces. In machining a specimen, undercuts that would exceed the dimensional tolerances shown in Fig. 1 shall be scrupulously avoided. Care shall also be taken to avoid other common machining errors.

A3.6.4 If it is necessary to place gage marks on the specimen, this shall be done with a wax crayon or India ink that will not affect the material being tested. Gauge marks shall not be scratched, punched, or impressed on the specimen.

A3.6.5 When testing materials that are suspected of anisotropy, duplicate sets of test specimens shall be prepared, having their long axes respectively parallel with, and normal to, the suspected direction of anisotropy.

A3.7 Number of test Specimens

A3.7.1 Test at least five specimens for each sample in the case of isotropic materials.

A3.7.2 Test ten specimens, five normal to, and five parallel with, the principal axis of anisotropy, for each sample in the case of anisotropic materials.

A3.8 Conditioning

A3.8.1 Specimens shall be conditioned and tested in accordance with the requirement shown in Section 9 of this standard.

A3.9 Procedure

A3.9.1 Measure the width and thickness of each specimen to the nearest 0,025 mm (0,001 in.) using the applicable test methods in ASTM D5947. Follow the guidelines specified in 10.1.1 and 10.1.2 of this standard.

A3.9.2 Rasio Poisson harus ditentukan pada kecepatan 5 mm/min.

A3.9.3 Tempatkan spesimen pada penjepit mesin uji, hati-hati agar sumbu panjang spesimen dan penjepit sejajar dengan garis imajiner yang menghubungkan titik-titik pemasangan penjepit ke mesin. Jarak antara ujung permukaan penjepit, bila menggunakan spesimen datar, harus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Kencangkan penjepit secara merata dan kuat sampai pada tingkat yang diperlukan untuk mencegah selipnya spesimen selama pengujian, tetapi jangan sampai spesimen rusak.

A3.9.4 Pasang ekstensometer biaxial atau kombinasi ekstensometer aksial dan transversal pada spesimen. Ekstensometer transversal sebaiknya dipasang pada lebar spesimen.

A3.9.5 Terapkan beban awal kecil (kurang dari 5 N) pada spesimen dengan kecepatan *crosshead* 0,1 mm/min. Beban awal ini akan menghilangkan setiap lengkungan pada spesimen.

A3.9.6 Sesuaikan ulang ekstensometer menjadi nol.

A3.9.7 Jalankan pengujian pada kecepatan 5 mm/min hingga mencapai minimum regangan 0,5% sebelum melepaskan ekstensometer, sambil secara simultan mencatat pembacaan regangan dari ekstensometer pada gaya yang sama yang diterapkan. Presisi nilai Rasio Poisson akan bergantung pada jumlah titik data regangan aksial dan transversal yang diambil. Disarankan tingkat pengumpulan data untuk pengujian minimum 20 titik per detik (tapi lebih baik jika lebih banyak). Ini sangat penting untuk material yang memiliki kurva tegangan-regangan yang tidak linear.

A3.9.8 Buat *toe compensation* sesuai dengan Lampiran A1. Tentukan regangan maksimum (batas proporsional) di mana kurva tersebut linear. Jika regangan ini lebih besar dari 0,25%, Rasio Poisson akan ditentukan di mana pun pada bagian linear dari kurva di bawah batas proporsional ini. Jika material tidak menunjukkan hubungan tegangan-regangan linear, Rasio Poisson harus ditentukan dalam rentang regangan aksial 0,0005 hingga 0,0025 mm/mm (0,05 hingga 0,25%). Jika rasio ditentukan dengan cara ini, harus dicatat dalam laporan bahwa tidak ada daerah proporsionalitas tegangan terhadap regangan yang terlihat.

CATATAN A3.6 Metode yang cocok untuk menentukan linearitas kurva tegangan-regangan adalah dengan melakukan serangkaian pengukuran modulus tangen pada level regangan aksial yang berbeda. Nilai yang setara pada setiap level regangan menunjukkan linearitas. Nilai yang menunjukkan tren menurun dengan peningkatan level regangan menunjukkan non-linearitas.

A3.10 Perhitungan

A3.10.1 Rasio Poisson—Regangan aksial, ϵ_a , yang ditunjukkan oleh ekstensometer aksial, dan regangan transversal, ϵ_t , yang ditunjukkan oleh ekstensometer transversal, diplot terhadap beban yang diterapkan, P , seperti yang ditunjukkan pada Gambar A3.1.

A3.9.2 Poisson's ratio shall be determined at a speed of 5 mm/min.

A3.9.3 Place the specimen in the grips of the testing machine, taking care to align the long axis of the specimen and the grips with an imaginary line joining the points of attachment of the grips to the machine. The distance between the ends of the gripping surfaces, when using flat specimens, shall be as indicated in Fig. 1. Tighten the grips evenly and firmly to the degree necessary to prevent slippage of the specimen during the test, but not to the point where the specimen would be crushed.

A3.9.4 Attach the biaxial extensometer or the axial and transverse extensometer combination to the specimen. The transverse extensometer should be attached to the width of the specimen.

A3.9.5 Apply a small preload (less than 5 N) to the specimen at a crosshead speed of 0,1 mm/min. This preload will eliminate any bending in the specimens.

A3.9.6 Rebalance the extensometers to zero.

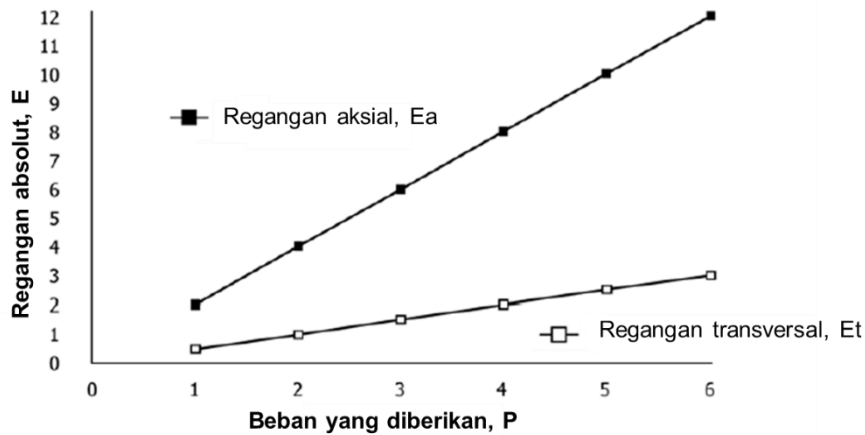
A3.9.7 Run the test at 5 mm/min out to a minimum of 0,5% strain before removing the extensometers, simultaneously recording the strain readings from the extensometers at the same applied force. The precision of the value of Poisson's Ratio will depend on the number of data points of axial and transverse strain taken. It is recommended that the data collection rate for the test be a minimum of 20 points per second (but preferably higher). This is particularly important for materials having a non linear stress to strain curve.

A3.9.8 Make the toe compensation in accordance with Annex A1. Determine the maximum strain (proportional limit) at which the curve is linear. If this strain is greater than 0,25% the Poisson's Ratio is to be determined anywhere in this linear portion of the curve below the proportional limit. If the material does not exhibit a linear stress to strain relationship the Poisson's Ratio shall be determined within the axial strain range of 0,0005 to 0,0025 mm/mm (0,05 to 0,25%). If the ratio is determined in this manner it shall be noted in the report that a region of proportionality of stress to strain was not evident.

NOTE A3.6 A suitable method for determination of linearity of the stress to strain curve is by making a series of tangent modulus measurements at different axial strain levels. Values equivalent at each strain level indicate linearity. Values showing a downward trend with increasing strain level indicate non linearity.

A3.10 Calculation

A3.10.1 *Poisson's Ratio*—The axial strain, ϵ_a , indicated by the axial extensometer, and the transverse strain, ϵ_t , indicated by the transverse extensometers, are plotted against the applied load, P , as shown in Fig. A3.1.



Gambar A3.1 – Grafik regangan versus beban untuk penentuan rasio Poisson

A3.10.1.1 Untuk material di mana terdapat proporsionalitas tegangan terhadap regangan dan memungkinkan untuk menentukan modulus elastisitas, sebuah garis lurus ditarik melalui setiap set titik dalam rentang beban yang digunakan untuk penentuan modulus, dan kemiringan $d\varepsilon_a/dP$ dan $d\varepsilon_t/dP$, dari garis-garis tersebut ditentukan. Penggunaan metode kuadrat terkecil dalam perhitungan akan mengurangi kesalahan yang dihasilkan dari menggambar garis. Rasio Poisson, $|\mu|$, kemudian dihitung sebagai berikut:

$$|\mu| = (d\varepsilon_t/dP)/(d\varepsilon_a/dP) \quad (\text{A 3.1})$$

keterangan

$d\varepsilon_t$ = perubahan regangan transversal,
 $d\varepsilon_a$ = perubahan regangan aksial, dan
 dP = perubahan beban yang diberikan;

$$|\mu| = (d\varepsilon_t)/(d\varepsilon_a) \quad (\text{A 3.2})$$

A3.10.1.2 Kesalahan yang ditimbulkan oleh penggambaran garis lurus melalui titik-titik dikurangi dengan menerapkan metode kuadrat terkecil.

A3.10.1.3 Untuk material di mana tidak terdapat proporsionalitas tegangan terhadap regangan yang jelas, tentukan rasio $(d\varepsilon_t)/(d\varepsilon_a)$ ketika $d\varepsilon_a = 0,002$ (berdasarkan rentang regangan aksial 0,0005 hingga 0,0025 mm/mm) dan setelah *toe compensation* telah dibuat.

$$|\mu| = d\varepsilon_t/0.002 \quad (\text{A 3.3})$$

A3.11 Laporan

A3.11.1 Laporkan informasi berikut:

A3.11.1.1 Identifikasi lengkap dari material yang diuji, termasuk tipe, sumber, nomor kode manufaktur, bentuk, dimensi utama, riwayat sebelumnya, dll.,

A3.11.1.2 Metode persiapan spesimen uji,

A3.11.1.3 Tipe spesimen uji dan dimensinya,

A3.11.1.4 Prosedur pengkondisian yang digunakan,

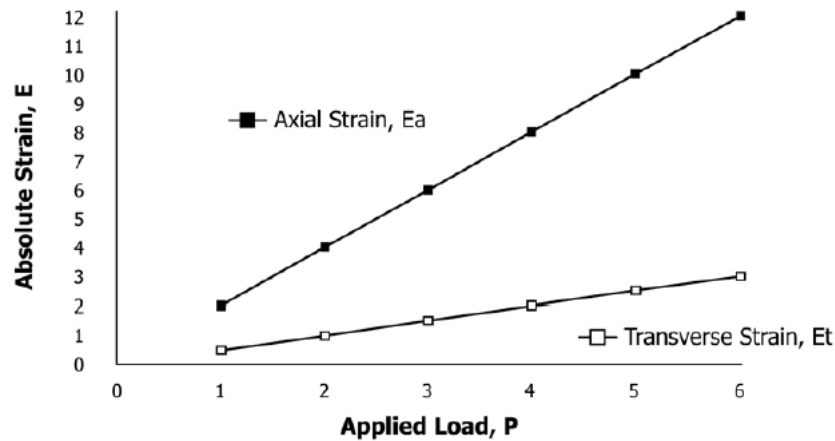


FIG. A3.1 Plot of Strains Versus Load for Determination of Poisson’s Ratio

A3.10.1.1 For those materials where there is proportionality of stress to strain and it is possible to determine a modulus of elasticity, a straight line is drawn through each set of points within the load range used for determination of modulus, and the slopes $d\varepsilon_a/dP$ and $d\varepsilon_t/dP$, of those lines are determined. The use of a least squares method of calculation will reduce errors resulting from drawing lines. Poisson’s Ratio, $|\mu|$, is then calculated as follows:

$$|\mu| = (d\varepsilon_t/dP)/(d\varepsilon_a/dP) \tag{A 3.1}$$

where

$d\varepsilon_t$ = change in transverse strain,
 $d\varepsilon_a$ = change in axial strain, and
 dP = change in applied load;

$$|\mu| = (d\varepsilon_t)/(d\varepsilon_a) \tag{A 3.2}$$

A3.10.1.2 The errors that are introduced by drawing a straight line through the points are reduced by applying the least squares method.

A3.10.1.3 For those materials where there is no proportionality of stress to strain evident determine the ratio of $d\varepsilon_t / d\varepsilon_a$ when $d\varepsilon_a = 0,002$ (based on axial strain range of 0,0005 to 0,0025 mm/mm) and after toe compensation has been made.

$$|\mu| = d\varepsilon_t/0,002 \tag{A 3.3}$$

A3.11 Report

A3.11.1 Report the following information:

A3.11.1.1 Complete identification of the material tested, including type, source, manufacturer’s code numbers, form, principal dimensions, previous history, etc.,

A3.11.1.2 Method of preparing test specimens,

A3.11.1.3 Type of test specimen and dimensions,

A3.11.1.4 Conditioning procedure used,

A3.11.1.5 Kondisi atmosfer di ruang uji,

A3.11.1.6 Jumlah spesimen yang diuji,

A3.11.1.7 Kecepatan pengujian,

A3.11.1.8 Klasifikasi ekstensometer yang digunakan. Deskripsi teknik pengukuran dan perhitungan yang digunakan,

A3.11.1.9 Rasio Poisson, nilai rata-rata, standar deviasi, dan pernyataan apakah terdapat proporsionalitas dalam rentang regangan,

A3.11.1.10 Tanggal pengujian, dan

A3.11.1.11 Tanggal revisi dari Metode uji ASTM D618.

A3.12 Presisi dan Bias

A3.12.1 Presisi - Upaya untuk mengembangkan pernyataan presisi dan bias lengkap untuk metode uji ini akan dilakukan di masa mendatang. Oleh karena itu, data tentang presisi dan bias tidak dapat diberikan karena metode uji ini tidak memuat pernyataan presisi dan bias numerik berbasis interlaboratorium, metode ini harus tidak digunakan sebagai metode uji penengah dalam kasus perselisihan. Siapa pun yang ingin berpartisipasi dalam pengembangan data presisi dan bias harus menghubungi Ketua, Subkomite D20.10 Mechanical Properties, ASTM International, 100 Barr Harbor, West Conshohocken, PA 19428.

A3.13 Kata Kunci

regangan aksial; rasio Poisson; regangan transversal

A3.11.1.5 Atmospheric conditions in test room,

A3.11.1.6 Number of specimens tested,

A3.11.1.7 Speed of testing,

A3.11.1.8 Classification of extensometers used. A description of measuring technique and calculations employed,

A3.11.1.9 Poisson's ratio, average value, standard deviation, and statement of whether there was proportionality within the strain range,

A3.11.1.10 Date of test, and

A3.11.1.11 Revision date of Test Method ASTM D618.

A3.12 Precision and Bias

A3.12.1 Precision—An attempt to develop a full precision and bias statement for this test method will be made at a later date. For this reason, data on precision and bias cannot be given. Because this test method does not contain an interlaboratory based numerical precision and bias statement, it shall not be used as a referee test method in case of dispute. Anyone wishing to participate in the development of precision and bias data should contact the Chairman, Subcommittee D20.10 Mechanical Properties, ASTM International, 100 Barr Harbor, West Conshohocken, PA 19428.

A3.13 Keywords

axial strain; Poisson's ratio; transverse strain

Informasi perumus SNI

[1] Komite Teknis Perumusan SNI

Komite Teknis 83-04, Metode uji plastik

[2] Susunan keanggotaan Komite Teknis Perumusan SNI

Ketua	: M. Ghozali
Wakil ketua	: Roni Cristiono
Sekretaris	: Krisma Yessi Sianturi
Anggota	Yasmita
	Syuhada
	M. Chalid
	Sri Rahayu
	Fajar AD. Budiyono
	Glendy Julian
	Ihsan Safari

[3] Konseptor rancangan SNI

1. Bambang Afrinaldi
2. Krisma Yessi Sianturi

[4] Sekretariat pengelola Komite Teknis Perumusan SNI

Direktorat Pengembangan Standar Agro, Kimia, Kesehatan dan Penilaian Kesesuaian-
Badan Standardisasi Nasional