

**ANALISIS KETAHANAN IMPAK BAHAN LEMBARAN
POLIMER YANG BERPOTENSI DIGUNAKAN
UNTUK PENUTUP SPIDOMETER MOTOR**

SKRIPSI

OLEH

RONI KOSASIH

168130033



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/6/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

**ANALISIS KETAHANAN IMPAK BAHAN LEMBARAN
POLIMER YANG BERPOTENSI DIGUNAKAN
UNTUK PENUTUP SPIDOMETER MOTOR**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas
Medan Area**



**OLEH
RONI KOSASIH**

168130033

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/6/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI

Judul Skripsi : ANALISIS KETAHANAN IMPAK BAHAN LEMBARAN POLIMER YANG BERPOTENSI DIGUNAKAN UNTUK PENUTUP SPIDOMETER MOTOR.

Nama Mahasiswa : RONI KOSASIH

NPM : 168130033

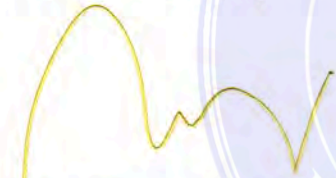
Program Studi : TEKNIK MESIN

Fakultas : TEKNIK

Disetujui Oleh Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST, M.Eng.)
NIDN : 0111057402

(M. Yusuf R. Siahaan, ST, MT.)
NIDN : 0122078003

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ka. Prodi Teknik Mesin



(Dr. Rakhmad Syah, S.Kom, M.Kom.)
NIDN : 0105058804



(M. Rakhmad Idris, ST, MT.)
NIDN : 0106058104

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tanggal Lulus : 18, Januari 2022

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/6/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya dalam skripsi ini.

Medan, 18 Januari 2022



(Roni Kosasih)
(168130033)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Roni Kosasih
NPM : 168130033
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Nin-exclusive Royalty-FreeRight*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Ketahanan Impak Bahan Lembaran Polimer Yang Berpotensi Digunakan Untuk Penutup Spidometer Motor. Dengan Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk perangkat data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 18 Januari 2022

Yang menyatakan



(Roni Kosasih)
(168130033)

ABSTRAK

Penggunaan komposit saat ini sudah sangat luas mulai dari pembuatan pesawat, bidang otomotif, peralatan luar angkasa dan alat alat olahraga sudah menggunakan komposit. Karena seperti yang kita ketahui, komposit sangat banyak manfaatnya mulai dari karekteristik bahan, pembuatannya dan pengaplikasiannya bisa disesuaikan dengan keinginan para pemakainya atau kebutuhannya. Tujuan penelitian ini adalah membuat spesimen komposit, menguji ketahanan impak spesimen komposit, menganalisis ketahanan impaknya dan mengaplikasikannya pada penutup spidometer motor. Pada penelitian ini bahan yang digunakan dalam pembuatan komposit yaitu resin polyester dengan lem PVA (*polyvinyl acetate*). Komposit yang akan dibuat dengan ukuran panjang dan lebar 200 mm dengan ketebalan 0,8 mm. Cetakan komposit dibuat dari kaca dan dibentuk sesuai ukuran spesimen menggunakan double tape putih. Untuk menghindari perekatan komposit pada kaca digunakan mirror glaze sebagai pelumasnya. Pengujian spesimen komposit dilakukan menggunakan alat uji impak anak panah jatuh bebas yang mengacu pada ASTM D 1709 ISO 7765-1 dengan hasil dari pengujian Telah berhasil dibuatnya komposit berbahahan resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) tanpa menggunakan serat pada pengaplikasian spidometer motor. Hasil pengujian didapati bahwa pada variabel 1 memiliki dampak kegagalan impak sebesar 37,5 g, variabel 2 memiliki dampak kegagalan impak sebesar 45 g dan variabel 3 memiliki dampak kegagalan impak sebesar 52,5 g. Berdasarkan hasil yang berpeluang untuk diaplikasikan pada pembuatan spidometer motor yaitu komposisi bahan dari variabel 2, yaitu 80 % resin dan 20 % lem PVA (*polyvinyl acetate*). Prototipe dengan bahan bahan bahan dari variable 2 lebih berhasil dibuat dan memiliki ketahanan impak sebesar 45 g.

Kata kunci : komposit, resin polyester, lem PVA (*polyvinyl acetate*), dampak kegagalan impak.

ABSTRACT

The use of composites is currently very broad, starting from the manufacture of aircraft, the automotive sector, aerospace equipment and sports equipment, using composites. Because as we know, composites have many benefits, starting from the characteristics of the material, its manufacture and application can be adjusted to the wishes of the users or their needs. The purpose of this study was to make composite specimens, test the impact resistance of composite specimens, analyze their impact resistance and apply them to the manufacture of motor speedometers. In this study the material used in the manufacture of composites is polyester resin with PVA (polyvinyl acetate) glue. The composite will be made with a length and width of 200 mm with a thickness of 0.8 mm. The composite mold is made of glass and shaped to the size of the specimen using white double-sided tape. To avoid gluing the composite on the glass, mirror glaze is used as a lubricant. Composite specimens were carried out using a free fall arrow impact test equipment which refers to ASTM D 1709 ISO 7765-1 with the results of the test. A composite test made of polyester resin and PVA (polyvinyl acetate) glue has been successfully made without using fiber in the application of a motor speedometer speedometer. The results on variable 1 have an impact failure impact of 37.5 g, variable 2 has an impact failure impact of 45 g and variable 3 has an impact failure impact of 52.5 g. Based on the results that have the opportunity to be applied to the manufacture of speedometer motors, namely the material composition of variable 2, namely 80% resin and 20% PVA glue (polyvinyl acetate). The prototype using materials from variable 2 is more successful and has an impact resistance of 45 g.

Keywords: composite, polyester resin, PVA (polyvinyl acetate) glue, impact failure.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis bernama Roni Kosasih dilahirkan di Napa pada tanggal 28 September 1998. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara, pasangan dari Efendi Stiawan, dan Derina Lubis. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 1002002 Napa Kecamatan Angkola Selatan, Kabupaten Tapanuli Selatan dan Tamat pada tahun 2010. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Napa dan Tamat pada Tahun 2013. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 5 Padang Sidempuan. Jurusan Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS) dan Tamat pada tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan menjadi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area dan selesai pada tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemampuan kepada Penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Tugas ini merupakan tugas akhir yang wajib diselesaikan oleh setiap mahasiswa untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan perkuliahan di Universitas Medan Area untuk mencapai gelar Sarjana Teknik (ST).

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, dan bimbingan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Muhammad Idris, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan bapak Dr. Iswandi, ST., MT., selaku Seketaris Program Studi Teknik mesin Universitas Medan Area.
4. Bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu penulis dalam memberikan arahan dan dukungan sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
5. Bapak M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST., MT., selaku Pembimbing II yang telah membantu penulis dalam memberikan arahan dan dukungan sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin dan staff Fakultas

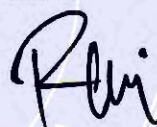
Teknik Universitas Medan Area.

7. Ayah Efendi Stiawan, dan Ibu saya Derina Lubis yang tercinta, seluruh keluarga yang telah berpartisipasi memberikan bantuan baik moril maupun materil, dan doanya kepada penulis dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan menyelesaikan Tugas Akhir, khususnya Doni alfiah siregar, Muhammad syukur alhamdulillah, goodman pakpahan dan Pangihutan simanjuntak yang telah menemani serta memberi semangat kepada penulis dalam mengerjakan Tugas akhir ini.

Peneliti berharap semoga karya tulis ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan kedepan.

Medan, 18 Januari 2022

Penulis



(Roni Kosasih)
(168130033)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	2
C. Batasan masalah	2
D. Tujuan penelitian	2
E. Manfaat penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Komposit	4
1. Klasifikasi komposit	5
a. Komposit serat (<i>fiber composite</i>)	5
b. Komposit laminat (<i>laminated composite</i>)	6
c. Komposit partikel (<i>particulate composite</i>)	7
2. Material penyusun komposit	8
a. Penguat (<i>reinforcement</i>)	8
b. Matriks	8
B. Resin polyester dan Katalis	9
C. Lem PVA (<i>polyvinyl acetate</i>)	10
D. Cetakan dan Spesimen uji	11
1. Cetakan spesimen	11
2. Spesimen uji	12
E. Impak anak panah jatuh bebas	13
F. Spidometer motor	15
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Tempat dan Waktu	17
1. Tempat	17
2. Waktu	17
B. Bahan dan Alat	18
1. Bahan pembuatan spesimen dan pembuatan prototipe	18
2. Bahan pembuatan cetakan spesimen dan prototipe	19
3. Alat penelitian	20
C. Metode penelitian	22
D. Prosedur penelitian	22
E. Diagram alir penelitian	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31

A. Hasil pembuatan cetakan	31
B. Hasil pembuatan spesimen uji	32
C. Hasil pengujian	33
1. Pengujian variabel 1	33
2. Pengujian variabel 2	35
3. Pengujian variabel 3	37
D. Hasil perbandingan variasi	39
E. Hasil keputusan	40
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Komposit serat (<i>fiber composite</i>)	6
Gambar 2.2. Komposit laminat (<i>laminat composite</i>)	7
Gambar 2.3. Komposit partikel (<i>particulate composite</i>)	7
Gambar 2.4. Cetakan spesimen	11
Gambar 2.5. Spesimen uji	12
Gambar 2.6. Impak anak panah jatuh bebas	14
Gambar 2.7. Spidometer motor	16
Gambar 3.1. Resin polyester	18
Gambar 3.2. Lem PVA (<i>polyvinyl acetate</i>)	18
Gambar 3.3. Mirror galze	18
Gambar 3.4. Dua lembar kaca	19
Gambar 3.5. Double tape putih	19
Gambar 3.6. Silicon rubber RTV 48	19
Gambar 3.7. Double tape foam hijau	20
Gambar 3.8. Penggaris	20
Gambar 3.9. Timbangan digital	20
Gambar 3.10. Pisau karter	21
Gambar 3.11. Jangka sorong	21
Gambar 3.12. Impak anak panah jatuh bebas	21
Gambar 3.13. Pembuatan cetakan spesimen	23
Gambar 3.14. massa resin variable 1	25
Gambar 3.15. massa lem PVA (<i>polyvinyl acetate</i>) variable 1.....	25
Gambar 3.16. massa resin variable 2	25
Gambar 3.17. massa lem PVA (<i>polyvinyl acetate</i>) variable 2	26
Gambar 3.18. massa resin variable 3	26
Gambar 3.19. massa lem PVA (<i>polyvinyl acetate</i>) variable 3	26
Gambar 3.20. Penuangan bahan kedalam cetakan dan penekanan	27
Gambar 3.21. Spesimen yang dicetak	27
Gambar 3.22. Pelepasan spesimen dari cetakan	28
Gambar 3.23. Anak panah alat uji	28
Gambar 3.24. Pengujian spesimen	29
Gambar 3.25. Diagram alir penelitian	30
Gambar 4.1. Cetakan spesimen	31
Gambar 4.2. Spesimen uji variable 1, variable 2, variable 3	32
Gambar 4.3. Spesimen variable 1 sebelum pengujian	33
Gambar 4.4. Spesimen variable 1 sesudah pengujian	33
Gambar 4.5. Spesimen varibael 2 sebelum pengujian	35
Gambar 4.6. Spesimen varaibel 2 sesudah pengujian	35
Gambar 4.7. Spesimen varaibel 3 sebelum pengujian	37
Gambar 4.8. Spesimen varaibel 3 sesudah pengujian	37
Gambar 4.9. Grafik dampak kegagalan impak vs variasi lem PVA	39
Gambar 4.10. Prototipe spidometer motor	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Jadwal kegiatan	17
Tabel 3.2. Variabel spesimen	24
Tabel 4.1. Hasil pengujian variabel 1	33
Tabel 4.2. Hasil pengujian variabel 2	35
Tabel 4.3. Hasil pengujian variabel 3	37
Tabel 4.4. Kriteria karakteristik teknik	40



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengujian bahan komposit dilakukan untuk mengetahui kualitas dan kekuatan yang dimiliki bahan komposit tersebut. Dalam menguji kekuatan suatu komposit dapat dilakukan dengan metode uji impak, salah satunya uji impak anak panah jatuh bebas. Dengan menggunakan metode pengujian ini bahan komposit yang akan diuji yaitu kekuatan impaknya, karena seperti yang sering terjadi dilapangan atau kehidupan sehari-hari dimana terkadang suatu benda mengalami masalah atau beban pakai yang kadang tidak terjadi secara perlahan tetapi bisa secara mendadak.

Uji impak dilakukan pada bahan komposit sebagai upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material melalui beban kejut yang terjadi. Pengujian impak ada beberapa jenis contohnya seperti impak charpy, izod, dan juga impak anak panah jatuh bebas.

Komposit merupakan gabungan dari material yang terdiri dari dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material terbentuknya berbeda-beda dikarenakan karakteristik pembentukannya berbeda-beda dan bahan komposit yang dihasilkan akan memiliki sifat dan karakteristik dari material yang berbeda-beda pula.

Komposit mempunyai keunggulan tersendiri dibandingkan dengan bahan teknik alternatif lain seperti kuat, ringan, tahan korosi, ekonomis dan sebagainya, salah satu jenis bahan pembuatan komposit pada penelitian ini yaitu menggunakan matriks polimer jenis termoset yaitu resin polyester dan dicampur dengan lem PVA (*polyvinyl acetate*) maka akan menghasilkan komposit.

Dari penjelasan di atas maka pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data ketahanan impak material komposit dan cara pengaplikasiannya yang berpeluang pada pembuatan spidometer motor.

Dalam pembuatan komposit ini menggunakan metode Hand Lay-Up yaitu metode yang paling sederhana dalam pembuatan komposit. Dengan cara menggabungkan bahan-bahan yang sudah ditentukan dalam cetakan dan disesuaikan dengan ketebalan yang diinginkan. Alat uji dalam pengujian ini mengacu pada ASTM D 1709 ISO 7765-1.

B. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini yang menjadi rumusan masalah adalah :

1. Bagaimana cara melakukan pengujian ketahanan impak material komposit yang tidak menggunakan serat pada pembuatan spidometer motor.
2. Bagaimana sifat ketahanan impak material komposit dari campuran resin polyester lem PVA (*polyvinyl acetate*) yang dapat berpeluang diaplikasikan pada pembuatan spidometer motor.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Jenis komposit yang dijadikan sebagai bahan penelitian ini hanya menggunakan resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) tanpa menggunakan serat.
2. Analisis ketahanan impak material komposit yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan alat uji impak anak panah jatuh bebas.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat spesimen komposit dari bahan resin polyester dan campuran lem PVA (*polyvinyl acetate*) tanpa menggunakan serat dalam campurannya.
2. Menguji ketahanan impak spesimen komposit dari campuran resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) menggunakan alat uji anak panah jatuh bebas.
3. Menganalisis ketahanan impak material komposit berbahan resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) yang dapat berpeluang pada pengaplikasian spidometer motor.
4. Mengaplikasikan material komposit campuran resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) pada pembuatan spidometer motor.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk meningkatkan nilai guna resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) melalui analisis ketahanan impaknya dalam pembuatan *speedometer* motor.
2. Untuk mengoptimalkan bahan dasar resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) dalam rekayasa material komposit yang lebih efisien dari segi kualitas dan ekonomis.

BAB II

TINJAUN PUSTAKA

A. Komposit

Komposit merupakan struktur yang tersusun atas beberapa bahan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan dengan masing masing pembentuknya, bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda digabung atau dicampur secara (*makroskopis*) menjadi suatu bahan yang berguna sesuai keinginan pembuatnya dan masing masing bahan tersebut mempertahankan sifat aslinya.[1]

Bahan komposit secara umum terdiri dari penguat dan matriks, material komposit mempunyai sifat dari material konvensional yaitu semua jenis material yang belum mengalami reaksi kimia pada umumnya dari proses pembuatan melalui pencampuran yang tidak homogen yaitu pencampuran yang tidak seragam, sehingga leluasa merencanakan kekuatan material pembentuknya dan ada komposit yang menggunakan serat dan tidak menggunakan serat [2].

Dalam pembuatan komposit ada beberapa jenis polimer yang biasa digunakan, bahkan polimer yang biasa digunakan adalah jenis polimer termoset. Pemilihan bahan ini didasarkan bahwa polimer termoset memiliki ketahanan terhadap suhu dan bahan kimia atau pelarut, yang disebabkan wujud yang cair dan kekentalannya tidak terlalu tinggi [3].

Penggunaan komposit saat ini sudah sangat luas mulai dari pembuatan pesawat, bidang otomotif, peralatan luar angkasa dan alat alat olah raga sudah menggunakan komposit karena seperti yang kita ketahui komposit sangat banyak manfaatnya mulai dari karakteristik bahan, pembuatannya dan pengaplikasiannya

bisa disesuaikan dengan keinginan para pemakainya atau kebutuhannya dan dalam pembuatan material komposit hanya menciptakan satu bahan tetapi didalam satu bahan tersebut sudah terdapat dua atau lebih sifat sifat karekteristik bahan yang lain artinya satu bahan tersebut tidak hanya memiliki satu sifat saja.

Keuntungan penggunaan bahan komposit antara lain adalah mempunyai kekakuan spesifik dan kekuatan spesifik yang lebih tinggi, tidak terkorosi, mempunyai ketahanan fatigue tinggi, lebih kuat dan lebih ringan, tahan terhadap cuaca, mudah diproses, lebih murah biayanya.

Sedangkan kerugiannya adalah harganya mahal, kerusakan akibat tumbukan sulit dideteksi secara visual, tidak mempunyai sifat elastis, tidak tahan terhadap beban kejut, lebih sulit dibentuk secara plastis, sifatnya dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan.

Komposit juga memiliki Sifat mekanik yaitu sifat sifat yang berhubungan dengan material setelah diberikan gaya pada material komposit tersebut maka sifat sifat mekaniknya adalah seperti tegangan (*stress*) regangan (*strain*) dan modulus elastisitas dan termasuk juga kekakuan dan keuletan.

1. Klasifikasi komposit

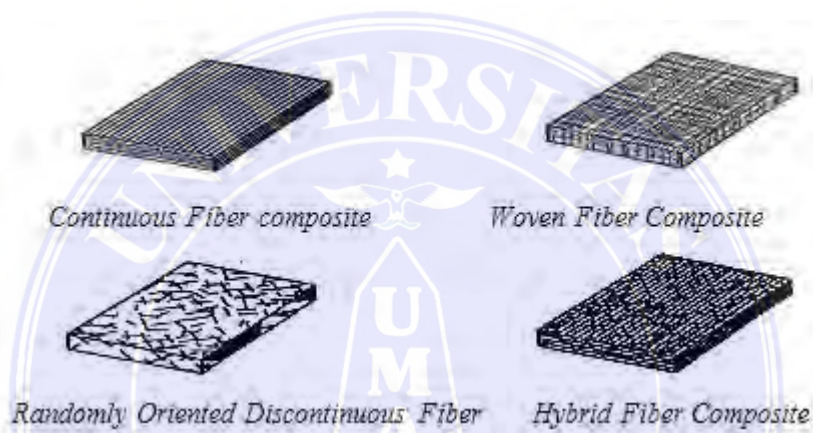
Bahan komposit memiliki ciri ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri konstituen asalnya. Secara garis besar struktur komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan penguatnya sebagai berikut [4] :

a. Komposit serat (*fiber composite*)

Komposit serat ialah salah satu jenis komposit yang serat sebagai *reinfore* atau yang memperkuat, serat yang digunakan adalah serat glass serat karbon, serat

aramid dan sebagainya. Komposit serat menggunakan bahan utama berupa serat benang gabungan dari banyak filamen dengan ukuran diameter dalam satuan mikron, pertimbangan penggunaan jenis serat berhubungan dengan kegunaan produk, waktu layanan, suhu layanan, pertimbangan berat produk dan pertimbangan harga.

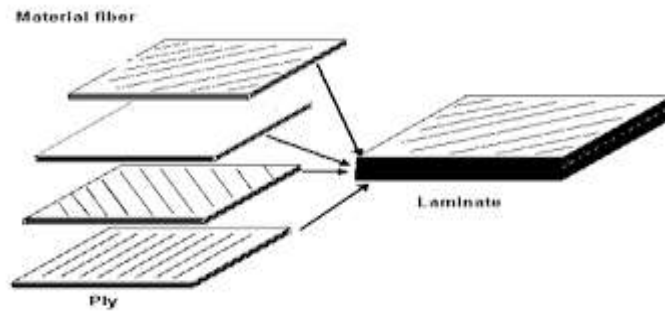
Gambar 2.1. Menunjukkan bahwa komposit serat disusun secara searah memanjang dan bisa juga disusun secara acak atau random.



Gambar 2.1 Komposit serat [4].

b. Komposit laminat (*laminated composite*)

Komposit laminat adalah komposit yang terdiri dari sekurang-kurangnya dua lapis material yang berbeda dan digabung secara bersama-sama, komposit laminat dibentuk dari berbagai lapisan-lapisan dengan berbagai macam arah penyusunan serat yang ditentukan yang disebut laminat sedangkan istilah laminasi komposit adalah rakitan lapisan material komposit yang berserat yang dapat digabungkan untuk memberikan sifat teknik yang diperlukan termasuk kekakuan dalam bidang kekakuan lentur. Kekuatan dan koefisien muai panas lapisan individu terdiri dari modulus tinggi, serat berkekuatan tinggi dalam bahan matriks, bentuk komposit laminat dapat dilihat pada Gambar 2.2.

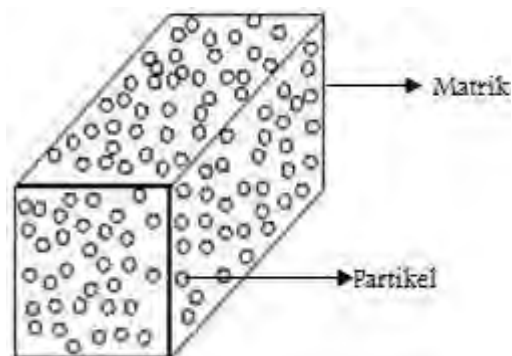


Gambar 2.2 Komposit laminat [4].

c. Komposit Partikel (*particulate komposit*)

Komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya yang sangat menentukan sifat mekanik dari komposit dan didistribusikan secara merata dalam matriks disebut komposit partikel. Contoh komposit dari partikel dan matriks adalah butiran (pasir, batu) yang diperkuat semen yang biasa dijumpai sebagai beton.

Komposit jenis ini adalah produk yang dihasilkan dengan cara menempatkan partikel partikel dan diikat dengan matriks bersama sama dengan satu atau lebih unsur unsur perlakuan seperti panas, tekan, kelembapan, katalisator atau sesuatu yang menyebabkan terjadinya perubahan dan menimbulkan kejadian baru dan lain lain. Komposit partikel tidak sama dengan komposit jenis serat acak sehingga bersifat isotropis atau keseragaman, Bentuk komposit yang tersusun partikel dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komposit partikel [4].

2. Material penyusun komposit

Komposit seperti telah dijelaskan dalam pengertiannya merupakan gabungan dari dua atau lebih material, material-material itu sendiri tersusun dan terbagi menjadi dua macam yaitu ada yang dinamakan sebagai penguat (*reinforcement*) dan matriks. Dari dua bagian penting dari bagian komposit ini yaitu penguat dan matriks sangat berpengaruh pada komposit karna tanpa adanya salah satu dari dua persamaan tadi tidak akan bisa adanya komposit.

a. Penguat (*reinforcement*)

Penguat (*Reinforcement*) adalah bagian dari komposit yang berfungsi sebagai penguat contoh nya serat. Bahan ini biasanya diberikan pada matriks tidak lebih dari 50 % jika terlalu banyak ikatan antara penguat dan matriks maka komposit yang akan dihasilkan tidak akan maksimal dan dapat menurunkan sifat komposit yang dihasilkan, ada dua jenis reinforcement yaitu Serat panjang (*Continuously reinforced*) dan Serat pendek (*Discontinuously reinforced*)

b. Matriks

Matriks adalah bagian terbesar dari sebuah bahan komposit yang akan ditingkatkan mechanical propertiesnya biasanya matriks memiliki persentase volume lebih besar dari 50 % dari bahan komposit, selain sebagai bahan utama matriks diharapkan juga memiliki kemampuan mengikat *reinforcement* dengan baik, dengan begitu maka matriks serat yang berperan sebagai reinforcement akan lepas (*fiber pull out*).

Banyak sekali bahan di alam ini yang dapat dijadikan sebagai matriks dalam sebuah komposit namun jika dikelompokkan menurut jenisnya terdapat 3 jenis matriks yaitu matriks dari bahan polimer, logam, dan keramik [5].

B. Resin Polyester dan Katalis

Resin Polyester adalah jenis polimer termoset yang berbentuk cair dan memiliki viskositas rendah jika ditambahkan katalis, polyester akan mengeras pada suhu ruang karena banyaknya kandungan monomer stiren pada resin polyester sehingga suhu deformasi termalnya lebih rendah daripada resin termoset lainnya dan ketahanannya jangka panjangnya kira-kira 110 - 1400 °C, ketahanan resin ini termasuk baik karena tahan terhadap panas yang telah ditentukan

Resin polyester banyak digunakan untuk membuat komposit, resin polyester dibuat dari bahan asam tereftalat atau dimetil tereftalat dan monoetilen glikol, polyester termosetting umumnya berupa kopolimer polyester tak jenuh dengan stiren, ketidakjenuhan polyester disebabkan oleh asam maleat dan asam fumarat. [6].

Katalis merupakan bahan kimia yang ditambahkan pada matriks resin yang bertujuan untuk proses pembekuan matriks, katalis yang digunakan untuk resin polyester adalah *Methyl Ethyl Ketone Peroxide* (MEKP) yaitu jenis katalis homogen, katalis homogeny umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi.

Katalis juga yaitu suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tetapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi, tergantung pada banyak sikitnya campuran pada saat pemakaiannya.

C. Lem PVA (*polyvinyl acetate*)

PVA merupakan singkatan dari *polyvinyl acetate*, sebuah polimer kimia sintetis. Polimer tersebut ditemukan oleh seorang warga negara Jerman pada tahun 1912. Sejak saat itu, PVA banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan, salah satu yang paling sukses adalah pemakaiannya sebagai bahan dasar adhesive. Bahkan kesuksesan tersebut membuat PVA mampu menggeser posisi animal glue (lem kak) yang saat itu sangat banyak digunakan.

Hingga hari ini, lem PVA telah hadir dalam berbagai merek dan varian. Fungsinya pun beragam tergantung formulasi yang didesain tiap manufakturnya. Namun, secara umum lem ini biasanya digunakan untuk perekatan media kaya selulosa seperti aneka kayu, aneka bambu, aneka serat alam seperti rotan, daun kering seperti pandan, buku, honeycomb paper, dan berbagai adheren kaya selulosa lainnya. Apa Keunggulan PVA Glue Secara umum dibanding adhesive dari bahan lainnya, lem PVA unggul karena [7] :

1. Secara umum lebih kuat.
2. Sangat aman, bahkan merupakan formula lem yang paling ramah lingkungan.
3. Tak berbau
4. Single komponen yang pemakaiannya praktis
5. Kecepatan kering yang baik

Pada penelitian ini penggunaan lem PVA (*polyvinyl acetate*) yaitu sebagai salah satu bahan pembuatan komposit dengan satu bahan lagi yaitu resin polyester. Dimana lem PVA (*polyvinyl acetate*) sebagai *reinsforcement* nya dan resin polyester sebagai matriksnya, yang akan diaplikasikan pada pembuatan spidometer motor, melalui analisis dampak kegagalan impaknya.

D. Cetakan dan Spesimen Uji

1. Cetakan spesimen

Cetakan spesimen komposit bisa terbuat dari aluminium, silicon ataupun dari kaca, tergantung pada pengaplikasiannya. Pada saat pencetakan spesimen, cetakan harus terlebih dilumasi dengan bahan yang bersifat menjaga bahan spesimen agar tidak lengket dan mudah untuk dilepas dari cetakan, seperti menggunakan mirror glaze. Volume cetakan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$V_c = p \times l \times t \dots\dots\dots \text{(pers, 2.1)}$$

Dimana :

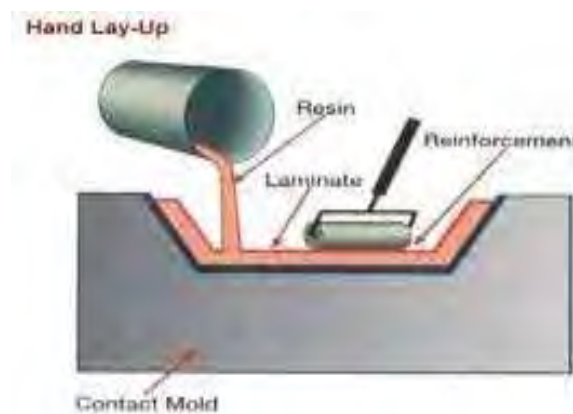
V_c = volume cetakan (cm^3)

P = panjang (mm)

L = lebar (mm)

T = tinggi (mm)

Dengan menggunakan pembuatan spesimen metode Hand Lay-Up yaitu metode untuk pembuatan spesimen yang sederhana yang dilakukan manual oleh manusia yang menggunakan cetakan. Penggunaan dan cara kerjanya mudah untuk dilakukan [8]. Cetakan spesimen metode Hand Lay-Up dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Cetakan spesimen [9].

2. Spesimen uji

Spesimen uji adalah suatu sampel percobaan yang dibuat dan diuji untuk mengetahui kekuatan impak dari bahan spesimen uji, standart spesimen uji mengacu pada standart ASTM D 1709 ISO 7765-1 yang memiliki ketebalan kurang dari 1 mm, spesimen yang akan diuji menggunakan 2 metode pengujian yaitu menggunakan anak panah dengan diameter kepala 38,1 mm dijatuhkan dari ketinggian 0,66 m dan anak panah dengan diameter kepala 50 mm dijatuhkan dari ketinggian 1,5 m. Spesimen uji dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Spesimen uji [10].

Pada penelitian ini spesimen yang dibuat akan diuji menggunakan alat uji impak anak panah jatuh bebas yang mengacu pada standart ASTM D 1709 ISO 7765-1 dengan jenis spesimen yaitu komposit dengan polimer thermoset tanpa menggunakan serat dengan ketebalan 0,88 dan perbandingan yang sudah ditentukan. Peneliti dapat menentukan volume matriks dan *reinforcement* dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V_{\text{matriks}} = \frac{\text{perbandingan matriks}}{100 \%} \times V_{\text{cetakan}} \dots\dots\dots \text{(pers, 2.2)}$$

$$V_{\text{reincf}} = \frac{\text{perbandingan reincforcement}}{100 \%} \times V_{\text{cetakan}} \dots\dots\dots \text{(pers, 2.3)}$$

Dan dapat menentukan massa matriks dan *reinforcement* dengan menggunakan persamaan berikut :

$$m = v \times \rho \dots\dots\dots \text{(pers, 2.4)}$$

Dimana :

m = massa (g)

v = volume (cm³)

ρ = massa jenis (g/cm³)

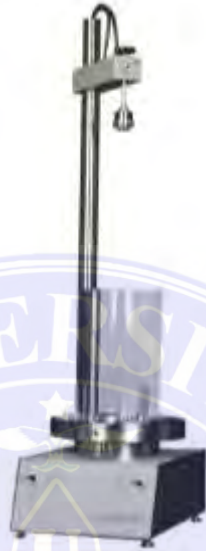
E. Impak Anak Panah Jatuh Bebas

Impak jatuh bebas adalah suatu alat uji yang menguji benda kerja dengan menjatuhkan benda jatuh bisa itu berbentuk anak panah dari ketinggian tertentu untuk menghantam benda yang akan diuji sehingga benda tersebut mengalami benturan atau beban kejut.

Benda jatuh tanpa kecepatan awal $V_0 = \text{nol}$ semakin ke bawah gerak benda semakin cepat, percepatan yang dialami oleh setiap benda jatuh bebas selalu sama yakni sama dengan percepatan gravitasi bumi yaitu besar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ dan sering dibulatkan menjadi 10 m/s^2 jika benda jatuh ke bumi dari ketinggian tertentu relatif lebih kecil dibandingkan dengan jari-jari bumi maka benda mengalami pertambahan kecepatan dengan harga yang sama setiap detik [11].

Metode pengujian impak yang akan dilakukan yaitu yang menggunakan alat uji impak anak panah jatuh bebas yang mengacu pada *standard test methods for impact resistance of plastic film by the fore falling dart method* ASTM 1709 / ISO 7765-1 [12], menggunakan kepala anak panah diameter 38,1 mm dan dijatuhkan dari ketinggian 0,66 m dan komposit yang akan digunakan dalam pengujian ini adalah material komposit biasa yaitu komposit campuran resin dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) yang berpeluang digunakan untuk penutup spidometer motor.

Dengan melakukan pengujian ini, maka dapat diketahui seberapa besar dampak kegagalan impak yang dimiliki oleh komposit yang akan diuji. Alat uji impak anak panah jatuh bebas dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Impak anak panah jatuh bebas [13].

Hasil pengujian dampak kegagalan impak anak panah jatuh bebas dapat dihitung dengan melakukan perhitungan persamaan yang mengacu kepada ASTM D 1709 ISO 7765-1 berikut :

$$W_F = W_O + [\Delta W (A/N - 1/2)] \dots\dots\dots \text{(Pers 2.5)}$$

Dimana :

W_F = Dampak kegagalan impak (g).

W_O = Bobot anak panah terendah (g).

ΔW = Peningkatan berat anak panah (g).

NJ = Jumlah total x pada setiap nilai anak panah.

I = Integer 0,1,2 masukkan 0 untuk massa anak panah terendah 1 untuk lebih berat.

INJ = Hasil dari I kali NJ.

Dampak kegagalan impak dari rangkaian pengujian dapat diketahui dimana nilai NJ dan I diambil dari hasil test, jumlah kegagalan pada tiap nilai anak panah tertentu ditetapkan sebagai NJ, penjumlahan NJ = N. Jumlah kenaikan massa (W_0) adalah I, dengan mengalikan I dengan NJ diperoleh istilah INJ, penjumlahan dari INJ = A, dampak kegagalan impak = W_F [12].

F. Spidometer Motor

spidometer pada sepeda motor adalah salah satu bagian atau peralatan yang berfungsi sebagai penutup dari spidometer motor, yang isinya yaitu jarum yang menunjukkan kecepatan pada laju sepeda motor. Serta ada juga angka angka digital yang menunjukkan isi dari tangki dan jarak tempuh dari kendaraan tersebut. Bahan dari spidometer motor ini biasanya adalah bahan plastik dan transparan.

Kerusakan yang terjadi pada spidometer motor karena adanya faktor alam maupun kerusakan yang tidak sengaja dibuat penggunaannya ataupun orang lain, kerusakan spidometer yang disebabkan oleh alam biasanya seperti terkena panas matahari yang cukup lama dan terkena hujan, sehingga merubah bentuk ataupun warna spidometer motor.

Jika spidometer motor sudah mengalami kerusakan maka akan banyak ruginya seperti spidometer akan kemasukan air pada saat mencuci ataupun pada saat terkena hujan merusak estetika kecantikan pada motor karna pecah membuat pemakainya susah melihat kecepatan dan amper minyak pada sepeda motor karna mika kacanya berwarna kuning atau tidak bening dan transparan lagi dan juga dapat merusak fungsi fungsi bagian dalam spidometer jika kacanya pecah dan masuk air kedalam spidometer.

Pada penelitian ini diperlukannya spidometer motor sebagai referensi dalam pembuatan prototipe komposit yang berbahan resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*). spidometer motor dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Spidometer motor [14].



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

1. Tempat

Tempat penelitian uji ketahanan impak komposit dilakukan di laboratorium pengujian bahan UNIVERSITAS MEDAN AREA, Jl. Kolam no.1 Medan Estate/ jalan gedung PBSI Medan.

2. Waktu

Waktu yang direncanakan untuk penelitian analisis ini diperkirakan 6 bulan, mulai dari kegiatan study literature sampai dengan sidang proyek akhir. Dapat dilihat pada Tabel jadwal kegiatan 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	kegiatan	Waktu (bulan)					
		Apr 2021	Mei 2021	Jun 2021	Jul 2021	Ags 2021	Sep 2021
1	Study literature						
2	Persiapan alat dan bahan						
3	Pembuatan cetakan spesimen						
4	Seminar proposal						
5	Pembuatan spesimen uji						
6	Melakukan pengujian spesimen						
7	Analisa data uji						
8	Seminar hasil						
9	Sidang proyek akhir						

B. Bahan dan Alat

1. Bahan pembuatan spesimen dan bahan pembuatan prototipe.

a. Resin polyester.

Sebagai matriks spesimen. Resin polyester dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Resin polyester.

b. Lem PVA (*polyvinyl acetate*)

Sebagai campuran bahan dalam pembuatan spesimen uji. Lem PVA (*polyvinyl acetate*) dapat dilihat pada Gambar 3.2.

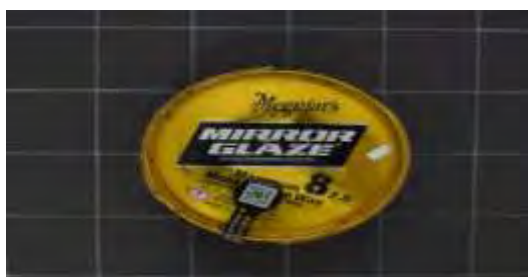


Gambar 3.2. Lem PVA (*polyvinyl acetate*).

c. Mirror glaze

Untuk pelumas cetakan agar spesimen tidak lengket dan mudah dilepas.

Mirror glaze dapat dilihat pada Gambar 3.3.

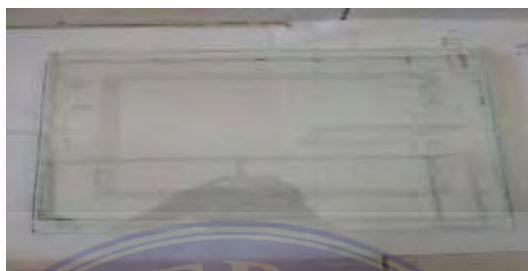


Gambar 3.3. Mirror glaze.

2. Bahan pembuatan cetakan spesimen dan cetakan prototipe.

a. Dua lembar kaca

Untuk cetakan alas dan penutup cetakan spesimen. Dua lembar kaca dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Dua lembar kaca.

b. Double tape putih

Untuk membuat ukuran dan ketebalan cetakan spesimen. Double tape putih dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Double tape putih.

c. Silicon rubber RTV 48

Untuk membuat cetakan prototipe spidometer motor. Silicon rubber RTV 48 dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Silicon rubber RTV 48.

d. Double tape foam hijau

Untuk membuat variasi prototipe spidometer motor. Double tape foam hijau dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Double tape foam hijau.

3. Alat penelitian

a. Penggaris

Untuk mengukur panjang lebarnya cetakan spesimen. Penggaris dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Penggaris.

b. Timbangan digital

Untuk mengukur massa bahan resin polyester dam lem PVA (*polyvinyl acetate*). Timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Timbangan digital.

c. Pisau karter

Untuk melepas spesimen dari cetakan dan untuk memotong double tape.

Pisau karter dapat dilihat pada Gambar 3.10.

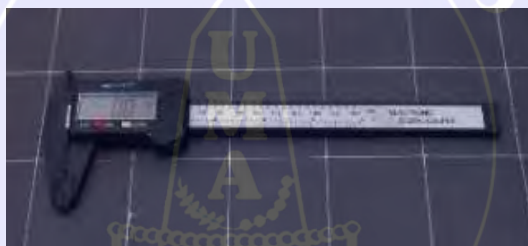


Gambar 3.10. Pisau karter.

d. Jangka sorong

Untuk mengukur ketebalan spesimen. Jangka sorong dapat dilihat pada

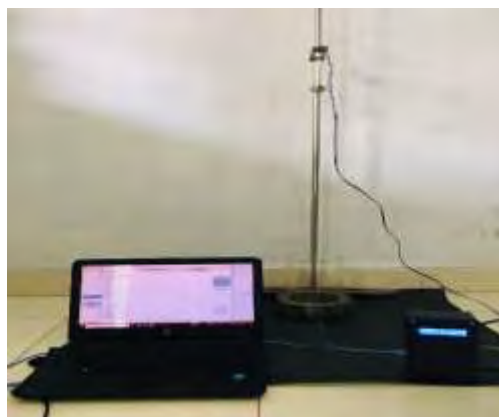
Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Jangka sorong.

e. Impak anak panah jatuh bebas

Sebagai alat untuk menguji spesimen. Impak anak panah jatuh bebas dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Impak anak panah jatuh bebas.

C. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode penelitian experimental, dimana peneliti dengan sengaja membangkitkan timbulnya suatu kejadian atau keadaan. Experimen slalu dilakukan dengan maksud untuk melihat akibat dari suatu perlakuan yang dilakukan oleh peneliti [15].

Metode penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisa nilai optimal ketahanan impak dari bahan komposit pada uji impak anak panah jatuh bebas, yang berpeluang bisa digunakan untuk penutup spidometer motor. Karena hasil dari penelitian ini hanya bisa diperoleh dari hasil percobaan atau experimen. Penelitian ini menggunakan metode pengujian yang mengacu pada ASTM D 1709 ISO 7765-1 yaitu:

Dengan metode pengujian menggunakan anak panah yang dijatuhkan dari ketinggian 0,6 m dengan diameter kepala anak panah 38,1 mm dengan ketebalan spesimen 0,8 mm. Dengan variabel spesimen:

1. 90 % resin polyester dan 10 % lem PVA (*polypinyl acetate*)
2. 80 % resin polyester dan 20 % lem PVA (*polyvinyl acetate*)
3. 70 % resin polyester dan 30 % lem PVA (*polyvinyl acetate*)

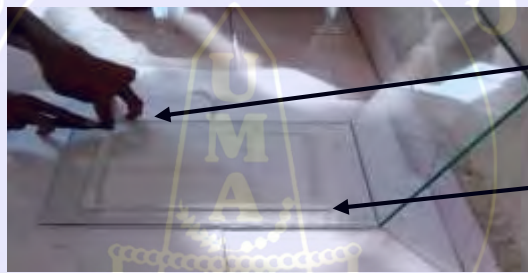
D. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Mencari dan mengumpulkan sumber sebagai pembelajaran literature.
 - a. Mencari informasi dari internet, buku dan jurnal pendukung.
 - b. Melakukan diskusi dengan dosen pembimbing.
2. Melakukan survey atau observasi lapangan.

- a. Mencari bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian
 - b. Membandingkan bahan dan alat yang lebih efisien dari segi kualitas dan ekonomis.
 - c. Membeli bahan dan alat yang dibutuhkan.
3. Membuat cetakan spesimen.

Cetakan spesimen dibuat menggunakan dua lembar kaca dengan ketebalan 5 mm dengan panjang dan lebar 300 mm. pada lembar kaca pertama dibuat bentuk persegi dengan ukuran panjang dan lebar 200 mm menggunakan double tape putih dengan ketebalan 0,8 mm dan pada lembar kaca kedua hanya sebagai penutup cetakan. Pembuatan cetakan dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Pembuatan
cetakan

Double
tape putih

Gambar 3.13. Pembuatan cetakan spesimen.

Volume cetakan dapat dihitung dengan merujuk kepada (Pers 2.1.)

$$V_c = p \times l \times t$$

Dimana :

$$V_c = 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 0,8 \text{ mm}$$

$$V_c = 32.000 \text{ mm}^3$$

$$V_c = 32 \text{ cm}^3$$

4. Membuat spesimen.

Bahan pembuatan spesimen yaitu resin polyester dengan massa jenis 1,5 g/cm³ dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) dengan massa jenis 1,19 g/cm³ dengan variabel spesimen :

Tabel 3.2. Variabel spesimen.

Variabel	Resin %	Lem PVA (<i>polyvinyl acetate</i>)
Variabel 1	90 %	10 %
Variabel 2	80 %	20 %
Variabel 3	70 %	30 %

Setelah volume cetakan diketahui, selanjutnya kita dapat menentukan volume resin dan volume lem PVA (*polyvinyl acetate*) yang merujuk kepada (Pers 2.3) dan (Pers 2.4) dengan memasukkan perbandingan tiap bahannya pada persamaan yang sudah ada.

$$V_{\text{matriks}} = \frac{\text{perbandingan matriks}}{100 \%} \times V_{\text{cetakan}}$$

$$V_{\text{reincf}} = \frac{\text{perbandingan reinforcement}}{100 \%} \times V_{\text{cetakan}}$$

Variabel 1.

$$V_{\text{matriks}} = \frac{90 \%}{100 \%} \times 32 \text{ cm}^3 = 28,8 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{reincf}} = \frac{10 \%}{100 \%} \times 32 \text{ cm}^3 = 3,2 \text{ cm}^3$$

Variabel 2.

$$V_{\text{matriks}} = \frac{80 \%}{100 \%} \times 32 \text{ cm}^3 = 25,6 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{reincf}} = \frac{20 \%}{100 \%} \times 32 \text{ cm}^3 = 6,4 \text{ cm}^3$$

Variabel 3.

$$V_{\text{matriks}} = \frac{70 \%}{100 \%} \times 32 \text{ cm}^3 = 22,4 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{reincf}} = \frac{30 \%}{100 \%} \times 32 \text{ cm}^3 = 9,6 \text{ cm}^3$$

Setelah mengetahui volume resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) selanjutnya kita dapat menentukan massa resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) yang merujuk kepada (Pers 2.4)

$$m = v \times \rho$$

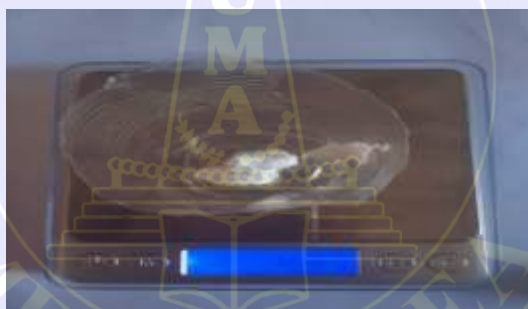
variabel 1.

$m_{\text{resin}} = 28,8 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ g/cm}^3 = 43,2 \text{ g}$. massa resin variabel 1 dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. massa resin polyester variabel 1.

$m_{\text{lem}} = 3,2 \text{ cm}^3 \times 1,19 \text{ g/cm}^3 = 3,8 \text{ g}$. massa lem PVA (*polyvinyl acetate*) variabel 1 dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15. massa lem PVA (*polyvinyl acetate*) variabel 1.

Variabel 2.

$m_{\text{resin}} = 25,6 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ g/cm}^3 = 38,4 \text{ g}$. massa resin variabel 2 dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16. massa resin polyester variable 2.

$$m_{\text{lem}} = 6,4 \text{ cm}^3 \times 1,19 \text{ g/cm}^3 = 7,6 \text{ g. massa lem PVA (polyvinyl acetate)}$$

variabel 2 dapat dilihat pada Gambar 3.17.

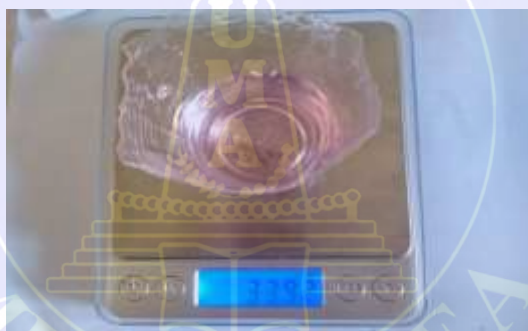


Gambar 3.17. massa lem PVA (*polyvinyl acetate*) variabel 2.

Variabel 3.

$$m_{\text{resin}} = 22,4 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ g/cm}^3 = 33,6 \text{ g. massa resin variabel 3 dapat dilihat}$$

pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. massa resin polyester variabel 3.

$$m_{\text{lem}} = 9,4 \text{ cm}^3 \times 1,19 \text{ g/cm}^3 = 11,1 \text{ g. massa lem PVA (polyvinyl acetate)}$$

variabel 2 dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19. massa lem PVA (*polyvinyl acetate*) variabel 3.

Setelah semuanya diketahui, selanjutnya mencampur bahan dan mengaduknya secara merata kurang lebih 2 menit dan melumasi cetakan menggunakan mirror glaze, agar spesimen tidak lengket pada saat membuka cetakan dan pelepasan spesimen dari cetakan.

Setelah bahan dituangkan kedalam cetakan, lalu ditekan dan diratakan menggunakan kaca lapis penutup cetakan. Penuangan bahan kedalam cetakan penekanan dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20. (a) Penuangan bahan kedalam cetakan (b) penekanan.

Setelah dituang kedalam cetakan dan ditutup dengan penutup cetakan selanjutnya dibiarkan dan dikeringkan kurang lebih 4 sampai 5 jam dan diletakkan jauh dari aktifitas sehari hari karena baunya sangat menyengat. Spesimen yang dicetak dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21. Spesimen yang dicetak.

Setelah kering cetakan dibuka menggunakan obeng dan dicongkel secara perlahan, biar kacanya tidak pecah. Lalu melepas spesimen dari dalam cetakan. pelepasan spesimen dari cetakan dapat dilihat pada Gambar 3.22.

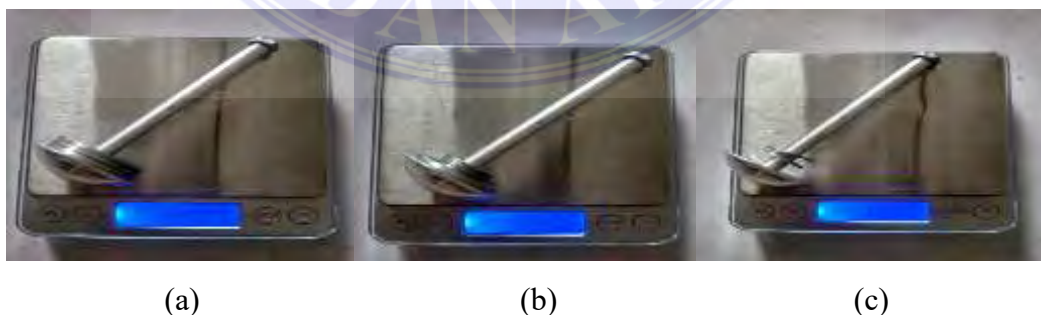


Gambar 3.22. Pelepasan spesimen dari cetakan.

Spesimen uji dibuat tiga tiap variabel menjadi 9 spesimen dengan ukuran yang sama tiap variabelnya.

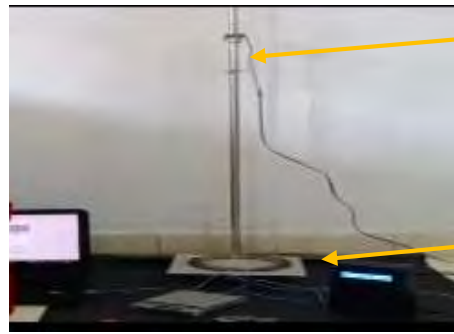
5. Melakukan pengujian spesimen.

Pengujian spesimen dilakukan menggunakan alat uji impak anak panah jatuh bebas yang mengacu pada ASTM D 1709 ISO 7765-1. Dengan prosedur pengujian meletakkan spesimen diantara klem atas dan bawah penjepit spesimen lalu membuat lingkaran dengan stabilo pada spesimen yang bersentuhan langsung dengan klem atas spesimen agar dapat dilihatnya apakah spesimen yang diuji bergeser atau tidak dari klem penjepit pada saat pengujian. Setelah itu mengaktifkan mekanisme penjepit anak panah dan meletakkan anak panah pada mekanisme penjepit diketinggian 0,66m. Anak panah alat uji dapat dilihat pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23. Anak panah alat uji : (a) massa 60 g (b) massa 45 g (c) massa 30 g.

Setelah semuanya telah dipersiapkan selanjutnya melepaskan anak panah dengan menekan tombol pada mekanisme pelepasan anak panah yang ada pada laptop agar anak panah jatuh. Pengujian spesimen dapat dilihat pada Gambar 3.24.



Anak panah alat uji diketinggian 0,66 m.

Spesimen yang akan diuji.

Gambar 3.24. Pengujian spesimen.

Hasil pengujian dampak kegagalan impak anak panah jatuh bebas dapat dihitung dengan melakukan perhitungan persamaan yang sesuai dengan ASTM D

1709 ISO 7765-1 berikut :

$$W_F = W_O + [\Delta W (A/N - 1/2)]$$

Dimana :

W_F = Dampak kegagalan impak (g).

W_O = Bobot anak panah terendah (g).

ΔW = Peningkatan berat anak panah (g).

NJ = Jumlah total x pada setiap nilai anak panah.

I = Integer 0,1,2 masukkan 0 untuk massa anak panah terendah 1 untuk lebih berat.

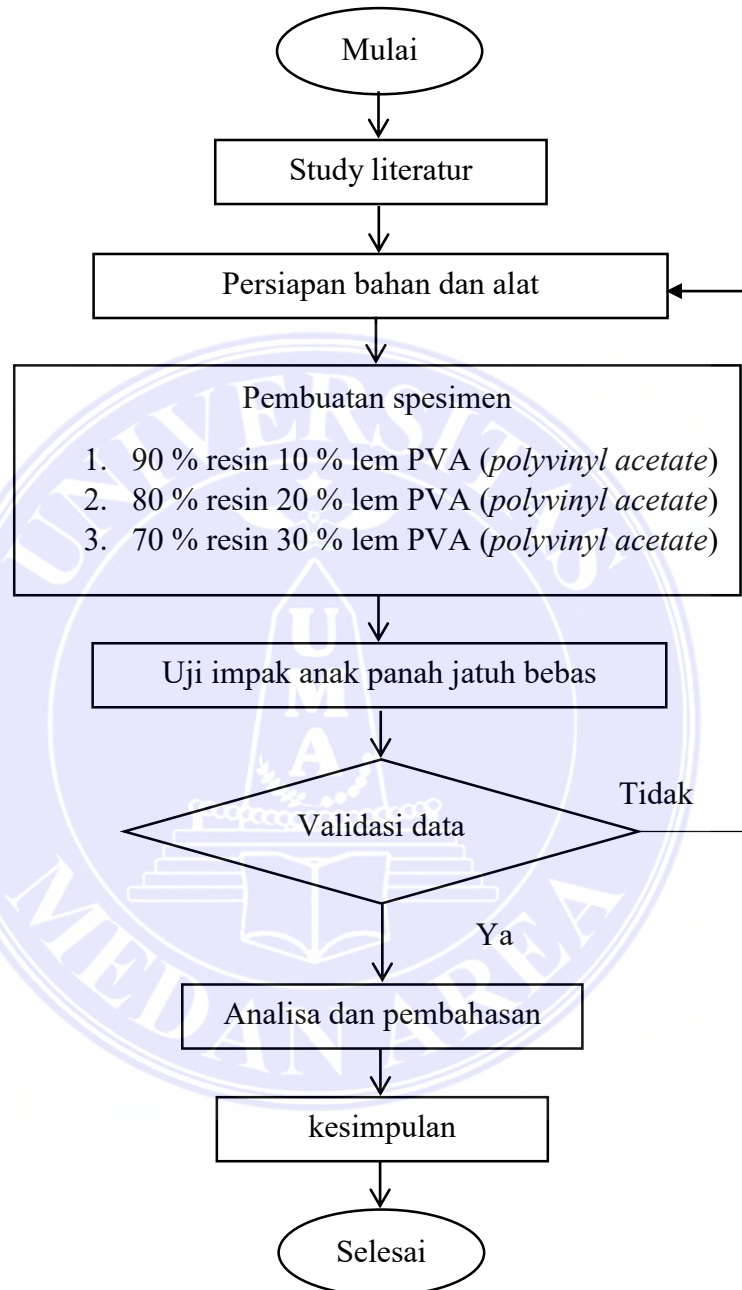
INJ = Hasil dari I kali NJ .

Dampak kegagalan impak dari rangkaian pengujian dapat diketahui dimana nilai NJ dan I diambil dari hasil test, jumlah kegagalan pada tiap nilai anak panah tertentu ditetapkan sebagai NJ , penjumlahan $NJ = N$. Jumlah kenaikan massa (W_O) adalah I , dengan mengalikan I dengan NJ diperoleh istilah INJ , penjumlahan dari $INJ = A$, dampak kegagalan impak = W_F [11].

Setelah melakukan pengujian selanjutnya pengumpulan data, melakukan analisa dan pembahasan.

E. Diagram Alir Penelitian

Proses jalannya penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.25.



Gambar. 3.25. Diagram alir penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dengan melihat hasil penelitian yang telah dibahas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibuatnya komposit berbahahan resin polyester dan lem PVA (*polyvinyl acetate*) tanpa menggunakan serat pada pengaplikasian spidometer motor.
2. Hasil pengujian didapati bahwa pada variabel 1 memiliki dampak kegagalan impak sebesar 37,5 g, variabel 2s memiliki dampak kegagalan impak sebesar 45 g dan variabel 3 memiliki dampak kegagalan impak sebesar 52,5 g.
3. Berdasarkan hasil dari tabel kriteria karakteristik teknik variabel yang berpeluang untuk diaplikasikan pada pembuatan spidometer motor yaitu komposisi bahan dari variabel 2, 80 % resin dan 20 % lem PVA.
4. Pengaplikasian spidometer motor dibuat dalam bentuk prototipe dengan menggunakan komposisi bahan dari variabel 2, 80 % resin dan 20 % lem PVA.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan yang diatas penulis memeberikan saran sebagai berikut:

1. Jika ingin membuat komposit yang berpeluang digunakan sebagai penutup spidometer motor yang lebih baik lagi. Ada baiknya pada penggunaan campuran bahannya ditingkatkan lagi kebahannya yang lebih baik dan transfaran dari lem PVA (*polyvinyl acetate*)

2. Bagi peneliti selanjutnya, hendaknya untuk memperluas penelitian sehingga diperoleh hasil dari pemanfaatan komposit yang lebih baik lagi dan dapat digunakan dengan baik dengan kualitas dan mutu yang baik juga.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mawardi, dkk, 2016, “Proses Manufaktur Plastik dan Komposit” penerbit Andi, Ed. 2, Yogyakarta.
- [2] Ratni kartini, dkk, 2002, “Pembuatan Dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam”, Jurnal Sains Material Indonesia, vol.3 no. 3 hal 30-38, Bogor.
- [3] Mardiyati, 2018, “*Polymer Composite As Ballistic-Resistance*”, Jurnal Inovasi Pertahanan Dan Keamanan, Vol. 1, No. 1, Pp. 20-28, Bandung.
- [4] online, “<http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wp>”, content/uploads/sites/7/2013/03/-Komposit.google 02 : 15 pm, 26 November 2021.
- [5] Muhamin,2020,“Matriks Composite”, <https://www.google.com/aps/s/muhamin.com/matiriks-komposit-defenisi-jesin-dan-fungsinya/>, Google, 16:50 pm, 10 Juli 2021.
- [6] Hrtono, dkk, 2016, “Pengenalan Teknik Komposit”, Deepublish, Ed. 1, Cet, 1-Yogyakarta.
- [7] Edi Purnama, dkk, “Studi Pengaruh Penambahan PVAc (Polyvinyl Acetate) dan Ukuran Butir Terhadap Kuat Tekan Bahan Target Karbon untuk Deposisi Lapisan Tipis Diamond Like Carbon (DLC)”, jurnal FMIPA Univ. Brawijaya, Bogor.
- [8] Gifasetya, 2016, “Metode Pembuatan Material Komposit Konvensional”, <https://www.google.com/amps/s/indokompositdotorg.wordpress/2016/04/05/metode-pembuatan-material-komposit-konvensional-hand-lay-up-spray-up/amp/Google>, 21:30 pm, 11 Juli 2021.
- [9] Online, “<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-29211-2108100080-Paper.pdf>”, Google, 01 : 56 pm, 26 November 2021.
- [10] Online, <https://www.testingmachines.com/product/83-76-spencer-impact-attachment>, Google, 02 : 01 pm, 26 November 2021.
- [11] Din aswan, M idris, 2016, “Karakteristik Steel 304 Terhadap Kekuatan Impak Jatuh Bebas”, Jurnal Inovasi, Volume, 26, No. 2, Medan.
- [12] ASTM D 1709, 1998, “*standart test method for impact resistance of plastic flm by the fore-falling dart method*”, <https://id.scribd/document/441661882/ASTM-D-1709-98-impact-resistance-of-plastic-flm-by-free-falling-dart-methode>, Google, 22 : 15 pm, 11 Juli 2021.

- [13] Online, <https://www.worldoftest.com/drop-dart-impact-tester-plastics-film>, Google, 02 ; 25 pm, 26 November 2021.
- [14] Online, “<https://www.Mika-kilometer-SUPRA-LAMA-SUPRA-FIT-LAMA-kaca-speedometer-bahan-plastik-original-ori.19865839.1802200101>” Google, 02 : 27 pm, 26 November 2021.
- [15] Rosady ruslan, 2017, “Metode Penelitian Public Relations Dan Komunikasi”, Ed.1, -Cet, 7. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.





Designation: D 1709 – 98

Standard Test Methods for Impact Resistance of Plastic Film by the Free-Falling Dart Method¹

This standard is issued under the fixed designation D 1709; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A

superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope *

1.1 These test methods cover the determination of the energy that causes plastic film to fail under specified conditions of impact of a free-falling dart. This energy is expressed in terms of the weight (mass) of the missile falling from a specified height which would result in 50 % failure of specimens tested.

1.2 Two test methods are described:

1.2.1 *Test Method A* employs a dart with a 38.0 ± 1 -mm (1.50 ± 0.05 -in.) diameter hemispherical head dropped from a height of 0.66 ± 0.01 m (26.0 ± 0.4 in.). This test method may be used for films whose impact resistances require masses of about 50 g or less to about 2 kg to fracture them.

1.2.2 *Test Method B* employs a dart with a 50 ± 1 -mm (2.0 ± 0.01 , -0.07 -in.) diameter hemispherical head dropped from a height of 1.50 ± 0.03 m ($60.0 + 0.25$, -1.70 in.). Its range of applicability is from about 0.3 kg to about 2 kg.

1.3 Two testing techniques are described:

1.3.1 The standard technique is the staircase method. By this technique, a uniform missile weight increment is employed during test and the missile weight is decreased or increased by the uniform increment after test of each specimen, depending upon the result (fail or not fail) observed for the specimen.

1.3.2 The alternative technique provides for testing specimens in successive groups of ten. One missile weight is employed for each group and missile weight is varied in uniform increments from group to group.

1.3.3 The staircase technique and the alternative technique give equivalent results both as to the values of impact failure weight which are obtained and as to the precisions with which they are determined.

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

NOTE 1—Tests on materials that do not break, for any reason, are not considered to be valid. It has been noted that certain materials may stretch so far as to bottom out at the base of certain test instruments without actually rupturing. Subcommittee D20.19 is currently considering meth-

¹ These test methods are under the jurisdiction of ASTM Committee D20 on Plastics and are the direct responsibility of Subcommittee D20.19 on Film and Sheeting.

Current edition approved July 10, 1998. Published January 1999. Originally published as D 1709 – 59 T. Last previous edition D 1709 – 97.

ods for testing these materials. Anyone interested in participating in a Task Group should contact the Chairman of Subcommittee D20.19 through ASTM Headquarters.

NOTE 2—This test method is technically equivalent to ISO 7765-1:1988, with the exception of a larger tolerance on the drop height in Test Method B. Also, the ISO method does not allow the alternative testing technique described in Section 11 of this test method.

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

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

D 374 Test Methods for Thickness of Solid Electrical Insulation²

D 618 Practice for Conditioning Plastics and Electrical Insulating Materials for Testing³

D 883 Terminology Relating to Plastics³

D 1248 Specification for Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Materials³

D 3420 Test Method for Dynamic Ball Burst (Pendulum) Impact Resistance of Plastic Film⁴

D 4272 Test Method for Total Energy Impact of Plastic Films by Dart Drop⁴

E 177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods⁵

E 691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method⁵

2.2 ISO Standard:

ISO 7765:1988 Plastic Film and Sheeting—Determination of Impact Resistance by the Free Falling Dart Method—Part 1: Staircase Method⁶

3. Terminology

3.1 *Definitions*—For definitions related to plastics, see Terminology D 883.

3.2 *Definitions of Terms Specific to This Standard:*

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 10.01.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.02.

⁵ Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02.

⁶ Available from American National Standards Institute, 11 W. 42nd St., 13th Floor, New York, NY 10036.

3.2.1 *failure*—any break through the film that can be observed readily by feeling or by viewing the specimen under backlighted condition.

3.2.2 *impact failure weight*—that missile weight, estimated statistically, at which 50 % of the specimens would fail in the specified test.

3.2.3 *missile weight*—the weight (mass) of the dart plus the total value of incremental weights attached *plus* the locking collar.

4. Significance and Use

4.1 Test Methods A and B are used to establish the weight of the dart when 50 % of the specimens fail under the conditions specified. Data obtained by one test method cannot be compared directly with the other test method nor with those obtained from tests employing different conditions of missile velocity, impinging surface diameter, effective specimen diameter, and thickness. The values obtained by these test variables are highly dependent on the method of film fabrication.

4.2 The results obtained by Test Methods A and B are greatly influenced by the quality of film under test. The confidence limits of data obtained by this procedure can, therefore, vary significantly, depending on the sample quality, uniformity of film gage, die marks, contaminants, etc. (see Section 15).

4.3 Test Methods A and B have been found useful for specification purposes. Correlation between test results and field performance can usually be established.

4.4 The impact resistance of plastic film, while partly dependent on thickness, has no simple correlation with sample thickness. Hence, impact values cannot be normalized over a range of thickness without producing misleading data as to the actual impact resistance of the material. Data from these test methods are comparable only for specimens that vary by no more than ± 25 % from the nominal or average thickness of the specimens tested.

4.5 Several impact test methods are used for film. It is sometimes desirable to know the relationships among test results derived by different test methods. A study was conducted in which four films made from two resins (polypropylene and linear low-density polyethylene), with two film thicknesses for each resin, were impacted using Test Methods D 1709 (Method A), D 3420 (Procedures A and B), and D 4272. The test results are shown in the Appendix. Differences in results between Test Methods D 1709 and D 4272 may be expected since Test Methods D 1709 represents failure initiated energy, while Test Method D 4272 is initiation plus completion energy. Some films may show consistency when the initiation energy is the same as the total energy. This statement and the test data also appear in the significance sections and appendixes of Test Methods D 3420 and D 4272.

5. Apparatus

5.1 The apparatus shall be constructed essentially as shown in Fig. 1, using the following components common to both test methods:

5.1.1 *Specimen Clamp*—A two-piece annular specimen clamp having an inside diameter of 125 ± 2.0 mm ($5.0 + 0.0, -0.15$ in.) and conforming to the following requirements:

5.1.1.1 The lower or stationary half of the clamp shall be mounted rigidly so that the plane of the specimen is horizontal.

5.1.1.2 The upper or movable part of the clamp shall be designed to maintain positive and plane contact with the lower part of the clamp when in position. The clamps shall be provided with suitable means of maintaining sufficient contact to hold the film sample firmly in place during the test. Pneumatically operated clamps have been successfully employed.

5.1.1.3 Rubber-like gaskets may be affixed to the specimen contact surfaces of both clamps to provide a cushion which minimizes thickness variation effects. Rubber gasketing 3.0 ± 1 mm ($0.125 + 0.025, -0.04$ in.) thick, of 50 to 60 Shore A durometer hardness, 125 ± 2.0 mm ($5.00 + 0.00, -0.15$ in.) in inside diameter and 150 ± 3.0 mm ($6.0 + 0.02, -0.2$ in.) in outside diameter has been found satisfactory for this purpose.

5.1.1.4 Slippage of films greater than 0.10 mm (0.004 in.) in thickness may be minimized or eliminated by securing crocus cloth or 50D garnet abrasive paper to the gaskets with double sensitive tape so that the abrasive surface is in direct contact with the film. There should be sufficient clamping force to eliminate detectable slippage. Other means of reducing slippage such as additional clamping devices or positive clamping surfaces may be used provided that the film is not weakened at

the inside wall of the specimen clamps and that the effective diameter of 125 ± 2.0 mm ($5.00 + 0.00, -0.15$ in.) of the film is not changed.

5.1.2 *Dart Release Mechanism*, capable of supporting a 2-kg weight shall be used for supporting and releasing the dart assembly. It shall be equipped with a centering device, such as a removable plumb bob, to ensure a reproducible drop. Either an electromagnetic- or pneumatic-operated release mechanism may be used.

5.1.3 *Positioning Device*—The apparatus shall be able to drop the dart from heights of 0.66 ± 0.01 m (26.0 ± 0.4 in.) for Test Method A and 1.50 ± 0.03 m ($60.0 + 0.25, -1.70$ in.) for Test Method B. The distance between the impinging surface of the dart head and the surface of the test specimen is considered to be the drop height. The dart shall be positioned

vertically above the center of the test specimen.

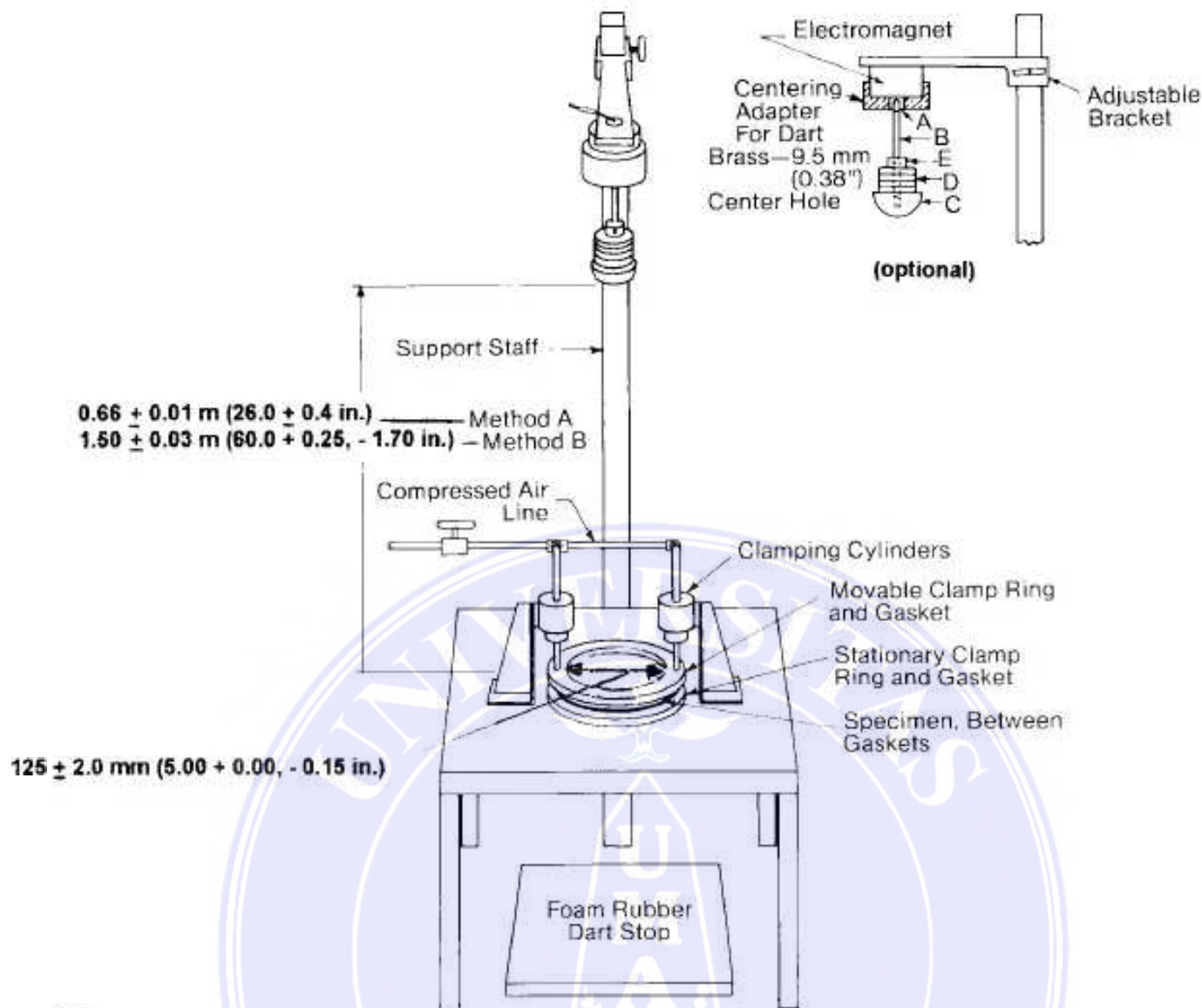
5.1.4 *Micrometer*, accurate to ± 0.0025 mm (± 0.0001 in.) in the range from 0.0025 mm (0.0001 in.) to 1 mm (0.4 in.) for measuring specimen thickness (see Test Methods D 374).

5.1.5 *Cushioning and Shielding Devices*, to protect personnel and to avoid damaging the impinging surface of the dart. These devices shall not interfere with the dart or the specimen prior to penetrating the specimen.

5.1.6 *Collar* with inside diameter of approximately 7 mm (0.28 in.) and with set screw for securing collar to dart shaft.

5.2 *Darts* for Test Methods A and B shall have hemispherical heads, each fitted with a 6.5 ± 1 -mm ($0.25 + 0.04, -0.03$ -in.) diameter shaft at least 115 mm (4.5 in.) long to accommodate removable incremental weights. Each dart weight shall be known to ± 0.5 % relative. Dart head surfaces shall be free of nicks, scratches, or other irregularities. The shaft shall be attached to the center of the flat surface of the head with its longitudinal axis perpendicular to the surface. If an electromagnet is used, the shaft shall be made of material that is not

ASTM D 1709



NOTE—Legend Dart Assembly:

- A. Steel shaft tip 6.5 ± 1 mm (0.25 ± 0.04 , -0.03 in.) OD by 12.5 ± 0.2 mm (0.50 ± 0.00 , -0.02 in.) long.
- B. Dart shaft: 6.5 ± 1 mm (0.25 ± 0.04 , -0.03 in.) OD and at least 115 mm (4.5 in.) long: $\frac{1}{4}$ -20 thd. (N.C.) 12.5 ± 0.2 mm (0.50 ± 0.00 , -0.02 in.) long on bottom: No. 5-40 thd. (N.F.) for steel tip.
- C. Hemispherical head: Method A— 38.0 ± 0.06 mm (1.50 ± 0.005 in.) in diameter. Method B— 50 ± 0.08 mm (2.0 ± 0.005 in.) in diameter.
- D. Removable weights.
- E. Collar and screw.

FIG. 1 Apparatus for Free-Falling Dart Impact Test for Plastic Film

magnetic and shall have a steel tip 125 ± 0.2 mm (0.50 ± 0.00 , -0.02 in.) long at the end held by the electromagnet.

5.2.1 For Test Method A, the dart head shall be 38.0 ± 0.06 mm (1.50 ± 0.005 in.) in diameter. It may be constructed of smooth, polished aluminum, phenolic, or other low-density material of similar hardness.

5.2.2 For Test Method B, the dart head shall be 50 ± 0.08 mm (2.0 ± 0.005 in.) in diameter. It may be constructed of smooth, polished stainless steel or other material of similar durability.

5.3 Incremental Weights for Test Methods A and B shall be of stainless steel or brass and cylindrical in shape. Each shall have a center hole 6.6 ± 1.0 , -0.00 mm (0.26 ± 0.03 , -0.00 in.) in diameter. The thickness of each shall be adjusted to obtain the specified weight within ± 0.5 %. The diameter of the

weights shall not exceed the diameter of the dart head. Suggested combination of weights for the specified diameters are as follows:

5.3.1 For Test Method A, 31.5 ± 1 -mm (1.25 ± 0.03 , -0.05 -

in.) diameter weights.

Number	Weight, g
2 or more	5
8	15
8	30
8	60

5.3.2 For Test Method B, 45.0 ± 1 -mm (1.75 ± 0.06 , -0.02 -in.) diameter weights.

Number	Weight, g
2 or more	15
8	45
8	90

5.3.3 Optionally, additional weights, each 120 g ± 0.5 % for Test Method A or 180 g ± 0.5 % for Test Method B, may be constructed for use if it is necessary to extend the missile weight beyond that attainable when using all weights in the standard set.

6. Test Specimen

6.1 Test specimens shall be large enough to extend outside

the specimen clamp gaskets at all points. The specimens shall be representative of the film under study and shall be taken from the sheet or tube in a manner representative of sound sampling practice. This is to ensure that the whole of the sheet be represented in the test unless such sampling constitutes a variable under study.

6.2 The specimens shall be free of pinholes, wrinkles, folds, or other obvious imperfections, unless such imperfections constitute variables under study.

7. Conditioning

7.1 *Conditioning*—Follow the conditioning requirements specified in the materials specification for the material that is being tested. Otherwise, condition the test specimens at $23 \pm 2^\circ\text{C}$ (70 to 77°F) and $50 \pm 5\%$ relative humidity for not less than 40 h prior to test in accordance with Procedure A of Practice D 618, for those tests where conditioning is required. In cases of disagreement, the tolerances shall be $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 1.8^\circ\text{F}$) and $\pm 2\%$ relative humidity.

7.2 *Test Conditions*—Conduct tests in the standard laboratory atmosphere of $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$) and $50 \pm 5\%$ relative humidity unless otherwise specified in the materials specification. In cases of disagreement, the tolerances shall be $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 1.8^\circ\text{F}$) and $\pm 2\%$ relative humidity.

8. Preparation of Apparatus

8.1 Set up the apparatus for testing by Test Method A or by Test Method B.

8.1.1 For Test Method A select a dart with a $38.0 \pm 1\text{-mm}$ ($1.5 \pm 0.05\text{-in.}$) diameter hemispherical head. For Test Method B, select a dart with a $50.0 \pm 1\text{-mm}$ ($2.0 + 0.01, -0.07\text{-in.}$) diameter hemispherical head.

8.1.2 Activate the dart release mechanism and insert the steel shaft tip into the mechanism. The dart should be held in place by the dart release mechanism. Adjust the drop height (the vertical distance from the plane of a clamped specimen to the bottom surface of the dart head) to $0.66 \pm 0.01\text{ m}$ ($26.0 \pm 0.4\text{ in.}$) for Test Method A or to $1.50 \pm 0.03\text{ m}$ ($60.0 + 0.25, -1.70\text{ in.}$) for Test Method B. (**Caution**—For safety reasons, remove the dart while making position adjustments.)

8.1.3 With a trial film specimen clamped between the specimen clamps and with no added weights on the dart, release the dart and observe the point at which the dart impacts the specimen, catching the dart after it bounces off the film surface. If necessary, adjust the dart release mechanism so that, in repeated trials, the dart reproducibly impacts the center of the clamped portion of the film.

8.2 Check the apparatus periodically to make sure specimen slippage during testing is not occurring. If slippage occurs, this is reason to reject the results. The likelihood of occurrence of slippage increases with increasing dart weight and with increasing drop height and is greater with some materials than with others. Slippage may be checked conveniently during the course of testing of a routine sample at a missile weight

wherein both failures and non-failures are being observed. Either of the following procedures is effective.

8.2.1 Before dropping the missile on a clamped specimen, draw a circle on the film using a ball-point pen in contact with

the inside wall of the upper clamp. Apply only the pressure of the pen itself to the film. (**Caution**—For safety reasons, the dart should not be in the dart release mechanism while drawing the circle.) After the dart is dropped and prior to removing the plastic film, draw another circle using a ball-point pen of another color. If the lines are drawn, distinct double lines at any point on the circumference show that slippage has occurred.

8.2.2 If crocus cloth or sandpaper is affixed to the gaskets to effect greater gripping, determine slippage simply by inspecting the clamped film area after impact for evidence of scratch marks produced as slippage occurred.

STAIRCASE TESTING TECHNIQUE

9. Procedure

9.1 By this technique, a uniform missile weight increment is employed during test and the missile weight is changed after test of each specimen.

9.2 Select Test Method A or Test Method B for use, as desired, or as required by the relevant material specification. Set up the apparatus for testing as described in 8.1. If desired, carry out a slippage check as described in 8.2 at some point during the course of testing.

9.3 Measure and record the average thickness of the test specimens in the area of impact to the nearest 0.0025 mm (0.0001 in.).

9.4 For a starting point, select a missile weight near the expected impact failure weight. Add the necessary number of incremental weights onto the dart shaft and put the locking collar into place so that the weights are held securely in place.

9.5 Select a missile weight increment ΔW appropriate to the impact strength of the sample: The value chosen for ΔW should be such that three to six (but at least three) missile weights will be employed in the determination. A ΔW value equal to some 5 to 15 % of W_F , the impact failure weight, is usually appropriate.

9.6 Place the first test specimen over the bottom part of the clamp, making sure that it is uniformly flat, free of folds, and that it covers the gasket at all points. Clamp in place with the top part of the annular clamp.

9.7 Activate the dart release mechanism and put the dart into position. Release the dart. If the dart bounces off the specimen surface, catch the dart after it bounces to prevent both multiple impact with the specimen surface and damage to the hemispherical contact surface of the dart resulting from impact with metal parts of the apparatus.

9.8 Examine the test specimen for any evidence of slippage. If slippage occurs, this is reason to reject the results.

9.9 Examine the specimen to determine whether it has or has not failed. Record the result on a form such as that shown in Fig. 2, using a 0 to denote non-failure and an X to denote failure, or any other similar convention to indicate non-failure or failure.

9.10 If the first specimen failed, decrease the missile weight by ΔW . If the first specimen did not fail, increase the missile weight by ΔW . Test the second specimen. Continue testing successive specimens, decreasing or increasing the missile weight by ΔW between drops depending upon whether the preceding specimen did or did not fail.

ASTM D 1709

Sample: _____

Test Conditions: _____

Laboratory: _____

Note: 0 denotes non-failure
X denotes failure

Method A (26 in., 1.5 in.)
 Method B (60 in., 2.0 in.)

Operator: _____

Date: _____

Missile Weight, g	Sequential Results										n_i	i	in_i	
	165						X						1	3
150				0	X	X	X				X	4	2	8
135	X			0		0	0	X	X	0	X	4	1	4
120	X	0						0	0		0	1	0	0
105		0												

Sequential Results

$N = 10$ $A = 15$
 $W_o = 120$ $\Delta W = 15$

NOTE—

$$W_F = W_o + [\Delta W (A/N - 1/2)]$$

$$= 120 + [15(15/10 - 1/2)]$$

$$= 120 + [15(1.5 - 0.5)]$$

$$= 135 \text{ g.}$$

FIG. 2 Determination of Dart Impact Failure Weight

ALTERNATIVE TESTING TECHNIQUE

11. Procedure

11.1 By this technique, successive groups of ten specimens each are tested. For each group, one missile weight is employed and from group to group missile weight is varied in uniform increments. Testing is carried to a point where there are at least five results for percentage failure: one 0 % result, one 100 % result and at least three results between 0 and 100 %.

NOTE 4—In quality control work, one may find it useful to estimate W_F from fewer than five failure results at missile weights not necessarily uniformly spaced. Of these, no result should be 0 or 100 % failure, at least one result should be less than 50 %, and at least one result should be greater than 50 %. Either the individual results or moving averages-of-two are plotted on probability paper (see 12.4), a straight line is fitted, and W_F is read from the plot. Values of W_F estimated in this manner will be unbiased but will not be as precise as values derived from at least five failure results employing uniform missile weight increments as previously described.

11.2 Select Test Method A or Test Method B for use, as desired, or as required by the relevant material specification.

Set up the apparatus for testing in accordance with 8.1. If desired, carry out a shippage check as described in 8.2 at some point during the course of testing.

11.3 Measure and record the average thickness of the test

9.11 After 20 specimens have been tested, count the total number, N , of failures, (X 's). If $N = 10$ at this point, testing is complete. If not, complete testing as follows:

9.11.1 If $N < 10$, continue testing additional specimens until $N = 10$, then stop testing.

9.11.2 If $N > 10$, continue testing additional specimens until the total number of non-failures (0's) reaches 10, then stop testing.

10. Calculation

10.1 On the data record-calculation form (see Fig. 2), record under n_i the total number of X 's at each missile weight, counting only the *last* 10 X 's during test.

NOTE 3—If, during test, after 20 drops, $N < 10$ or $N = 10$, there will be only 10 X 's after testing is complete. Only where $N > 10$ after 20 drops will it be necessary to omit some of the earlier X results.

10.2 Under i , enter integers 0, 1, 2, etc. for each n_i entry. Enter 0 for the lowest missile weight at which an n_i value has been entered, a 1 for next higher missile weight, etc.

10.3 Under in_i , enter the product of i times n_i .

10.4 Add the n_i 's and enter as N ; by the procedure described, N will always be 10. Add the in_i 's and enter as A . Enter W_o , the missile weight to which an i value of zero is assigned. Enter ΔW the uniform missile weight increment employed.

10.5 Calculate the impact failure weight W_F , g, as follows:

$$W_F = W_o + [\Delta W (A/N - 1/2)]$$


D 1709

specimens in the area of impact to the nearest 0.0025 mm (0.0001 in.).

11.4 For a starting point, select a missile weight near the expected impact failure weight. Add the necessary number of incremental weights onto the dart shaft and put the locking collar into place so that the weights are held securely in place.

11.5 Place the first test specimen over the bottom part of the clamp, making sure that it is uniformly flat, free of folds, and that it covers the gasket at all points. Clamp in place with the

top part of the annular clamp.

11.6 Activate the dart release mechanism and put the dart into position. Release the dart. If the dart bounces off the specimen surface, catch the dart after it bounces to prevent both multiple impact with the specimen surface and damage to the hemispherical contact surface of the dart resulting from impact with metal parts of the apparatus.

11.7 Test a total of ten specimens at the selected starting missile weight. Record the missile weight and the percentage of failures.

11.8 If the failure result for the first group of ten specimens is 0 or 100 %, increase or decrease the missile weight by 15 g or more for Test Method A or 45 g or more for Test Method B and test another ten specimens as previously described. Continue in this manner until a failure result between 0 and 100 % is obtained. Continue testing groups of ten specimens, varying the missile weight between tests by the selected uniform increment, until results encompassing the entire range from 0 to 100 % failure inclusive have been obtained.

NOTE 5—For efficiency in testing, it is suggested that the missile weight increment selected initially be relatively large so that 0 and 100 % failure results will be found after testing only two or three groups of specimens. “Fill-in” results between the corresponding extremes of missile weight can then be obtained in subsequent testing.

11.9 At this stage, if the minimum five results described in 11.1 have been obtained, testing is complete. If not, select a new missile weight increment less than that employed initially. Test additional groups of specimens as previously described beginning at one weight increment below the lowest missile weight at which 100 % failure occurred. Continue testing

specimen groups at increasingly lower missile weights employing the new uniform increment, until a result of 0 % failure is obtained (note that one or more of the percentage points found in 11.8 may be usable in this series employing a smaller weight increment). If the minimum five results have now been obtained, testing is complete. If not, select a still smaller weight increment and repeat the preceding process, continuing in this manner until the minimum five results at uniform weight increments have been obtained.

12. Calculation

12.1 Determine impact failure weight, W_F , by calculation as described in 12.2 or by graphing as described in 12.4. These two approaches give essentially the same results.

12.2 Calculate W_F as follows:

$$W^F = W^L - [\Delta W (S/100 - 1/2)]$$

where:

W_F = impact failure weight, g,
UNIVERSITAS MEDAN AREA

ΔW = uniform weight increment used, g,

W_L = lowest missile weight, g, according to the particular ΔW used, at which 100 % failure occurred, and

S = sum of the percentages of breaks at each missile weight (from a weight corresponding to no failures up to and including W_L).

12.3 Example of calculation:

Given:	Missile Weight, g	% Failure
	91	0
	106	10
	121	20
	136	60
	151	100
		<u>S = 190</u>

$$\Delta W = 15 \text{ g}, W_L = 151 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} W_F &= W_L - [\Delta W (S/100 - 1/2)] \\ &= 151 - [15(190/100 - 1/2)] \\ &= 151 - [15(1.4)] \\ &= 130 \text{ g} \end{aligned}$$

12.4 Average successive pairs of missile weight-percent failure results, including 0 % and 100 % failure points, to obtain points for plotting. Construct a plot on probability paper with percent failure on the probability scale and weight on the linear scale after having dimensioned the linear scale such that the resultant straight line defined by the points will have a slope between about 0.3 and 1.0. Draw the best fitting straight line through the points and read W_F from the graph as that missile weight corresponding to the intersection of the straight line with the 50 % probability line.

12.5 Examples of the graphical method for determining W_F are given in Fig. 3. For the three cases shown, values of W_F determined by calculation by 12.2 are (1) 138, (2) 117, and (3) 92 g.

13. Routine Inspection and Acceptance

13.1 For routine inspection of thin plastic film of a specified gage received from an approved supplier, it shall be satisfactory to accept lots on the basis of testing a minimum of ten specimens at a specified weight as stated in the relevant material specification. Under this procedure, a result of no more than five failures shall be acceptable.

14. Report

14.1 Report the following information:

14.1.1 Complete identification and description of the material tested, including type, source, manufacturer's code, principal dimensions, and previous history.

14.1.2 Impact failure weight, to the nearest 1 g,

14.1.3 Method used,

14.1.4 Thickness of film tested and range of thickness for specimens tested,

14.1.5 Conditioning procedure followed,

14.1.6 Testing technique used, and

14.1.7 Date of test.

14.2 For routine inspection and acceptance testing only (13.1) the following shall be reported, instead of items 14.1.2 and 14.1.6:

14.2.1 Weight used, and

14.2.2 Number of failures.

ASTM D 1709

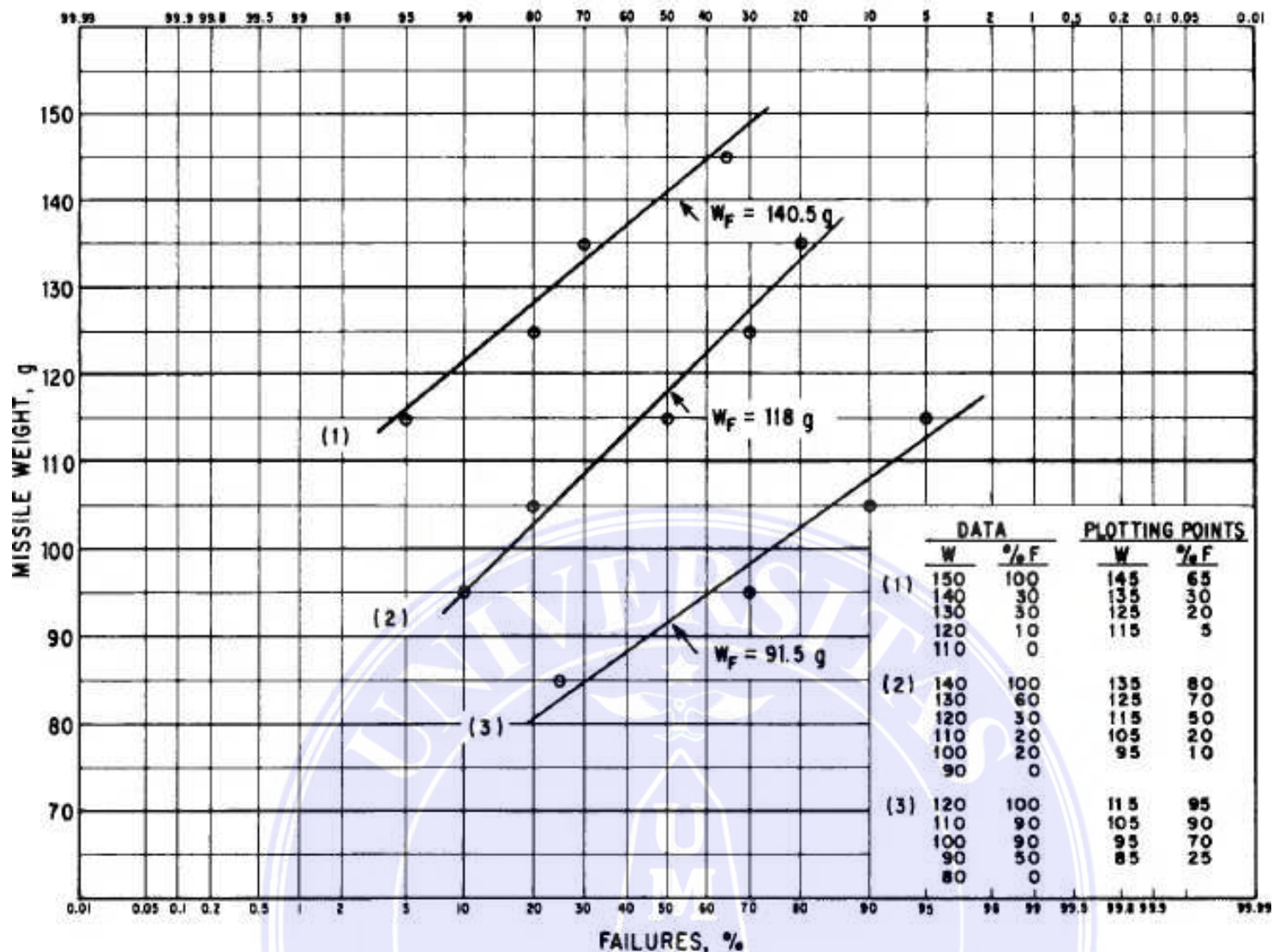


FIG. 3 Graphical Determination of Impact Failure Weight

15. Precision and Bias⁷

15.1 Table 1 is based on a round robin conducted in 1989 in accordance with Practice E 691, involving four materials tested by nine laboratories. For each material, all the samples were prepared at one source, but the individual specimens were prepared at the laboratories which tested them. Each test result was the average of five individual determinations. Each laboratory obtained two test results for each material.

NOTE 6—**Caution:** The explanations of “r” and “R” (15.2 through 15.2.3) are only intended to present a meaningful way of considering the approximate precision of this test method. The data presented in Table 1 should not be applied to acceptance or rejection of materials, as these data apply only to the materials tested in the round robin and are unlikely to be rigorously representative of other lots, formulations, conditions, materials, or laboratories. Users of this test method should apply the principles outlined in Practice E 691 to generate data specific to their materials and laboratory (or between specific laboratories). The principles of 15.2 through 15.2.3 would then be valid for such data.

15.2 Concept of “r” and “R” in Table 1—If S_r and S_R have been calculated from a large enough body of data, and for test results that were averages from testing five specimens for each test result, then:

15.2.1 Repeatability—“r” is the interval representing the critical difference between two test results for the same

TABLE 1 Drop Dart Impact Data F-50

NOTE—Values expressed in units of grams

Material	Average	S_r^A	S_R^B	r^C	R^D
Commercial Polyethylene	54	2.5	6.4	7.1	17.9
Polypropylene	78	8.4	14.1	23.6	39.4
EVA-film	328	83.6	120.3	234.2	336.9
LLDPE	372	30.4	111.1	85.2	311.1

^A S_r = within-laboratory standard deviation for the indicated material. It is obtained by pooling the within-laboratory standard deviations of the test result from all of the participating laboratories:

$$S_r = [((S_1)^2 + (S_2)^2 \dots + (S_n)^2)/n]^{1/2}$$

^B S_R = between-laboratories reproducibility, expressed as standard deviation:

$$S_R = [S_r^2 + S_L^2]^{1/2}$$

where: S_L is the standard deviation of laboratory means.

^C r = within-laboratory critical interval between two test results = $2.8 \times S_r$.

^D R = between laboratories critical interval between two test results = $2.8 \times S_R$.

material, obtained by the same operator using the same equipment on the same day in the same laboratory. Two test results shall be judged not equivalent if they differ by more than the “r” value for that material.

15.2.2 Reproducibility—“R” is the interval representing the critical difference between two test results for the same material, obtained by different operators using different equipment in different laboratories, not necessarily on the same day. Two test results shall be judged not equivalent if they differ by more than the “R” value for that material.

15.2.3 Any judgement in accordance with 15.2.1 or 15.2.2

⁷ Supporting data are available from ASTM Headquarters. Request RR: D-20-UNIVERSITAS MEDAN AREA



would have an approximate 95 % (0.95) probability of being correct.

15.3 There are no recognized standards by which to estimate bias of this test method.

16. Keywords

16.1 drop dart; impact; plastic film

APPENDIX

(Nonmandatory Information)

X1.

TABLE X1.1 Impact Values by Four Test Methods

Material ^A	D 3420 Procedure A ^B	D 3420 Procedure B ^C	D 1709 (Method A)		D 4272	
	J	J	g	J	ft · lb · f	J
PP, 1 mil	0.30	0.27	^D	^D	0.07 ^E	0.09 ^E
PP, 2 mil	0.95	0.65	75 ^C	0.49 ^F	5.17 ^E	7.01 ^E
LLDPE, 1 mil	0.52	0.41	47 ^G	0.30 ^G	0.36 ^H	0.49 ^H
LLDPE, 3.5 mil	1.43	0.97	309 ^I	2.00 ^I	2.46 ^H	3.34 ^H

^A LLDPE (linear low density polyethylene).

^B Four laboratories, two sets of data each.

^C

^D Eight laboratories, two sets of data each. Minimum weight of the tester was too heavy.

^E One laboratory, one set of data.

^F Three laboratories, one set of data each.

^G Two laboratories, one set of data each.

^H Two laboratories, one set of data each.

^I Five laboratories, one set of data each.

SUMMARY OF CHANGES

Committee D-20 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue that may impact the use of this test method.

D 1709 – 97:

(1) Metric dimensional units were changed to hard metric to harmonize with ISO 7765-1.

(2) Tolerances were added to the inch-pound dimensional units in order to agree with the SI units.

(3) DiB was revised to meet current format requirements.

(4) In 9.9, a phrase was added to allow other symbols to be used to designate failure and nonfailure.

D 1709 – 98:

(1) Last sentence of 5.3 was revised.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).