RANCANG BANGUN ALAT UJI KETAHANAN HELM

Indra Surya[1], Kunarto[2] Ahmad Hujaeni[3]

[1]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : indra.surya@ubl.ac.id

[2]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : irsyafajar@yahoo.com

[3]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : a.hujaeni.18321032@student.ubl.ac.id

Abstrak

Pengujian helm sepeda motor non-standar perlu dilakukan untuk mengetahui ketahanan helm terhadap berat tertentu. Secara umum, baik kecepatan maupun percepatan gravitasi bumi berdampak pada kecelakaan lalu lintas. Untuk mengetahui pengaruh gaya tumbukan jatuh bebas pada helm standar dan non standar, dilakukan perancangan alat uji ketahanan helm. Mengenai pengaruh beban benturan jatuh bebas terhadap kekuatan helm bagi pengguna, data yang diperoleh cukup akurat. Tujuan dari desain ini adalah untuk menyediakan instrumen pengujian yang andal untuk mengevaluasi ketahanan helm standar dan non-standar terhadap beban benturan jatuh bebas, serta kapasitas helm untuk menyerap energi. Di Laboratorium Produksi Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, peneliti telah membuat alat uji ketahanan helm. Helm yang diuji diletakkan pada landasan dan spesimen beban yang dapat disesuaikan ketinggiannya. Dengan menggunakan persamaan yang diturunkan sebelumnya, seseorang dapat menentukan waktu tumbukan pada peralatan pengujian. Setelah data eksperimen terkumpul, dicatat sebagai gaya (N) dan kecepatan (m/s). Dilihat dari hasil perhitungan yang dilakukan, hasil dari percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa alat yang dibangun dapat bekerja dengan baik. Besarnya gaya maksimum yang terjadi pada setiap ketinggian adalah sebagai berikut: pada ketinggian 2 meter gaya maksimum adalah 22.752 Newton. Sedangkan pada ketinggian 2,5 meter gaya yang dibutuhkan adalah 25,452 N. Sedangkan energi impak rata-rata yang diserap helm pada landasan adalah 72 Joule pada ketinggian 2 meter dan 90 Joule pada ketinggian 2,5 meter helm menyerap 90 Joule. Joule energi tumbukan pada ketinggian 2,5 meter. Nilai kekuatan dan energi yang diserap oleh helm normal dan non-standar sebanding, namun helm non-standar menyebabkan cedera fatal karena dampak visualnya.

Kata Kunci : Pengujian helmet, Helmet non-standar, Beban impak jatuh bebas.

Latar Belakang Masalah

Kecelakaan lalu lintas menewaskan rata-rata tiga orang setiap jam, menurut angka polisi. Data tersebut juga menunjukkan bahwa tingginya angka kecelakaan disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu: 61% kecelakaan disebabkan oleh faktor manusia, terutama yang berkaitan dengan kemampuan dan karakter pengemudi, 9% disebabkan oleh faktor kendaraan (terkait dengan kepatuhan kendaraan terhadap persyaratan teknis layak jalan), dan 30% disebabkan oleh infrastruktur dan lingkungan. Jenderal Pol. Drs. Timur Pradopo menyatakan pada 27 Februari 2016 pada konferensi kerja teknis lalu lintas bahwa 112 orang per hari terbunuh oleh KLL. Polri mencatat 33.234 kematian pada tahun 2017, meningkat

menjadi 34.156 pada tahun 2018 karena penyebab kecelakaan yang semakin kompleks. Menurut Direktorat Lalu Lintas Polri, volume lalu lintas di Indonesia meningkat drastis dalam beberapa tahun terakhir, terutama jumlah sepeda motor yang menjadi penyebab utama KLL. Pasal 57 ayat (1) no ayat (2) Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan mengatur bahwa pengendara sepeda motor harus memakai helm yang memenuhi standar nasional Indonesia.

Perlengkapan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) untuk sepeda motor terdiri dari helm yang memenuhi persyaratan nasional di Indonesia. Selain itu, Pasal 106 ayat (8) Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 mengatur, "Setiap orang yang mengendarai sepeda motor di Indonesia wajib memakai helm yang sesuai dengan standar negara." Setelah kejadian tersebut, 49,1% pengendara sepeda motor mengalami luka di kepala. Kerusakan mempengaruhi perut, pinggul, kaki, lengan, dada, dan/atau leher. Jika pengendara sepeda motor tidak mengalami cedera kepala, jumlah kematian akan berkurang, menurut polisi. Topi pengaman atau helm dapat dipakai untuk melindungi kepala.

Meskipun sosialisasi yang berbeda dari pemerintah tentang helm telah diberikan secara sistematis, kesadaran helm di kalangan pengemudi masih relatif tinggi, dan angka kematian akibat kecelakaan sepeda motor cukup tinggi. Helm merupakan perlengkapan wajib bagi pengendara sepeda motor. Hal ini dilakukan untuk mengurangi jumlah kematian terkait sepeda motor. Saat ini banyak sekali merek helm yang tersedia untuk konsumen, seperti INK, KYT, Arai, dll. Dimana setiap produsen helm berusaha untuk membuat produknya lebih unggul dari merek lain, jumlah helm yang memenuhi kriteria SNI meningkat, dan hampir semua helm saat ini memenuhi standar ini.

Bahan helm harus memenuhi kriteria kualifikasi uji SNI, khususnya bahan yang terbuat dari bahan bukan logam yang kuat; aksesoris helm harus tahan cuaca, tahan air, dan tidak terpengaruh oleh perubahan suhu; bahan yang bersentuhan dengan tubuh tidak boleh terbuat dari bahan yang dapat menyebabkan iritasi atau penyakit kulit; dan tidak mengurangi ketahanan helm terhadap benturan atau gesekan fisik. Helm harus memiliki cangkang kokoh, permukaan rata, liner penyerap benturan, dan tali dagu, serta tinggi minimal 114 mm diukur dari bagian atas helm ke bidang utama, yaitu bidang horizontal yang memanjang dari bagian atas helm. bagian atas helm. Akibatnya, helm harus diuji sesuai dengan peraturan Indonesia.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah antara lain :

1. Melakukan pengujian kekuatan helm terhadap benturan.
2. Bagaimana mendapatkan beberapa sifat karakteristik bahan helm dengan melakukan pengujian ketahanan helm.

Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Pemodelan alat uji ketahanan helm.
2. Pada penulisan ini penulis hanya membatasi pada alat uji ketahanan pada helm.
3. Dari beberapa pengujian yang ada penulis hanya membatasi pada uji ketahanan helm.

Tujuan Perancangan

1. Untuk mengetahui kualitas produk yang akan mempengaruhi keputusan masyarakat dalam pembelian helm.
2. Untuk dapat di gunakan oleh mahasiswa sebagai edukasi dan di harapkan juga untuk dapat mengetahui kualitas pada helm yang akan di uji.

Manfaat Perancangan

1. Memberikan Alat Khususnya yang berkaitan dengan edukasi untuk mengetahui kualitas pada helm yang akan di uji.

2. Data hasil uji sebagai referensi bagi kalangan masyarakat yang akan melakukan pemilihan dan pembelian helm sesuai standar yang ada di Indonesia

Standar Pengujian Helm

Snell, U.S. Department of Transportation (DOT), American National Standards Institute (ANSI), American Society for Testing Materials (ASTM), dan 16 CFR Bagian 1203 dari Komisi Keamanan Produk Konsumen AS adalah beberapa organisasi yang peduli dengan persyaratan pengujian untuk helm yang aman. Di Indonesia, Dishub melakukan pengujian standar helm sesuai dengan Standar Industri Indonesia SII yang berisi penjelasan tentang "Helm Kendaraan Bermotor Roda Dua Untuk Umum".

Beberapa macam pengujian, seperti "Uji Benturan, Uji Penetrasi Shell, Uji Retensi Dinamis, Uji Dagu, Uji Penetrasi Faceshield, dan Uji Tahan Api", dilakukan untuk menentukan apakah helm yang diproduksi sesuai dengan kriteria keselamatan pengendara (Snell Yayasan, 2020).

Prosedur Pengujian

Menurut Snell dan SII No. 165 1.85, teknik pengujian durabilitas helm merupakan pengujian yang relatif mudah, seperti di bawah ini:

1. Helm dipasang pada *headform/anvil* dan diletakkan pada pemegang anvil.

2. Spesimen beban dujatuhkan secara bebas dari ketinggian yang di aplikasikan yaitu 2 m sampai dengan 3 m, mengikuti sumbu vertical. *Spesimen beban* akan membentur tempurung helm yang telah dipasang pada *headform/anvil*.

3. Pengujian ini dilakukan pada bagian atas dari helm.

Teori – Teori Gaya

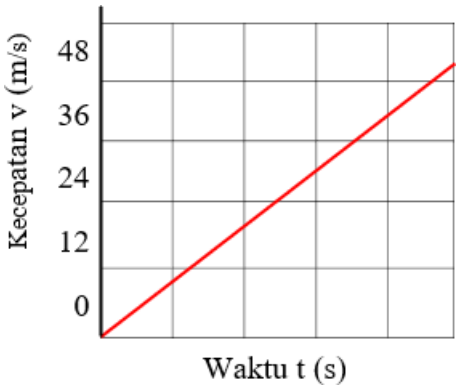
1. Gerak Jatuh Bebas

Dibandingkan dengan benda yang jatuh dari keadaan diam dengan kecepatan konstan, benda yang jatuh bebas akan mengalami peningkatan kecepatan. Jika suatu benda jatuh dari ketinggian yang relatif rendah relatif terhadap jari-jari bumi, kecepatannya akan meningkat dengan laju konstan setiap detik. Ini menunjukkan bahwa perlambatan ke atas suatu benda tetap konstan sementara percepatan menurunnya turun dengan jumlah yang sama setiap detik. Di sisi lain, ini menunjukkan bahwa percepatan ke bawah suatu benda berkurang dengan jumlah yang sama setiap detik.

Menurut R.S. Khurmi bahwa untuk menghitung kecepatan perjalanan benda jatuh per detik, angka perkiraan dapat dicapai dengan mengikuti instruksi pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 Waktu dan Kecepatan Benda Jatuh

Waktu (s)	0	1	2	3	4	5
Kecepatan v (m/s)	0	9,8	19,6	29,4	39,2	49



Gambar Grafik Hubungan v - t

Gambar 2 menggambarkan grafik v – t yang sesuai dengan tabel sebelumnya. 1. adalah garis lurus dengan percepatan seragam sama dengan:

$$\frac{v-v_0}{t} = \frac{49-0}{5} = 9{,}8\ (m/s^2) \ldots\ldots\ldots (2.1)$$

Jika menerapkan percepatan konstan pada garis lurus dan mengabaikan pengaruh hambatan udara, Anda dapat menentukan kecepatan benda yang jatuh bebas. Karena percepatan ini harus diganti dengan percepatan gravitasi g, perhitungannya harus sebagai berikut:

1. Untuk gerakan ke bawah a = + g (percepatan)
2. Untuk gerakan ke atas a = - g (perlambatan)

Percepatan gravitasi (g) dapat dinyatakan sebagai vektor yang mengarah ke pusat bumi dan tegak lurus dengan tanah. Pergeseran posisi disebut perpindahan. Ini menggabungkan nilai vektor jarak dan arah. Laju perubahan lokasi dalam kaitannya dengan waktu didefinisikan sebagai kecepatan. Selanjutnya, itu adalah besaran vektor yang menggabungkan jarak, arah, dan waktu. Partikel dengan kecepatan seragam bergerak dalam garis lurus atau melintasi jarak yang sama dengan kecepatan yang sama pada interval waktu yang berulang, terlepas dari panjang periode waktu. Sebuah partikel dengan percepatan seragam, di sisi lain, mengalami perubahan kecepatan yang sama sepanjang interval berulang dengan panjang yang sama, terlepas dari panjangnya. Satuan: Kecepatan diukur dalam meter per detik kuadrat [m/s2], sedangkan percepatan diukur dalam meter per detik [m/s].

Katakan V_0 kecepatan awal, v kecepatan akhir, a percepatan, t waktu dan s.

perpindahan kecepatan pertengahan = perpindahan/waktu

½ (v_0 + v) = s/t

s = ½ (v_0 + v) t…..... (2.2)

Daerah di bawah grafik kecepatan-waktu mewakili perpindahan:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = a \qquad v = v_0 + \frac{\Delta v}{\Delta t} t$$

$$\Delta v = v_0 + at$$

Penggantian (v_0 + at) untuk v didalam persamaan (2.2.),

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Penggatian (v – v_0)/a untuk t didalam persamaam (2.2.),

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

Bila Vo = 0, maka : $v^2 = 0 + 2as$

$$v = \sqrt{2as} \text{ bila a = g}$$

dan s = H maka :

$$v = \sqrt{2gH} \ldots\ldots (2.3)$$

Percepatan benda yang jatuh bebas sebanding dengan jarak (tinggi) benda tersebut dari pusat bumi. Namun demikian, masuk akal untuk menyimpulkan bahwa benda padat yang jatuh dengan kecepatan sedang merasakan percepatan gravitasi yang homogen. Para ilmuwan menggunakan g = 9,81 m/s2 atau 10 m/s2 sebagai jumlah percepatan gravitasi untuk penggunaan umum (Khurmi, R.S and Gupta, 1984)

2. Hukum Gerakan

1. Momentum

Momentum suatu benda yang bergerak digambarkan sebagai hasil kali massa benda dikalikan kecepatannya.

Momentum = massa x kecepatan.

$$M = m \cdot v \quad (\text{kg m/s})$$

2. Hukum Gerakan Newton.

Jika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda adalah nol, maka benda yang semula diam akan tetap diam dan benda yang semula bergerak akan terus bergerak lurus dengan kecepatan yang sama. Jika resultan gaya yang diterapkan pada suatu benda adalah positif, maka benda tersebut akan terus bergerak ke arah yang sama seperti sebelumnya.

Secara sistematis dirumuskan:

Jika $\sum F = 0$, maka V = 0 atau V = konstan

Besarnya percepatan yang dihasilkan pada suatu benda oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda, menurut hukum gerak kedua Newton.

Secara sistematis dirumuskan:

$$a = \frac{\sum F}{m} \; atau \; \sum F = m\,a$$

(Sumber : sears and zemansky, University physics in one volume,1982;105)

Jika benda pertama memberikan gaya pada benda kedua, benda kedua akan memberikan gaya yang sama besar tetapi berlawanan dengan benda pertama.

3. Energi Potensial

Setiap benda yang jatuh akan jatuh menuju pusat bumi. Fisikawan mendefinisikan benda jatuh bebas sebagai benda yang tidak memiliki kecepatan awal atau kecepatan awal (V_o). Tetapi benda tersebut juga memiliki energi potensial (Ep). Buah yang jatuh dari pohon adalah contoh benda yang jatuh bebas. Orang mungkin mengklaim bahwa air terjun adalah benda jatuh. Karena gaya tarik gravitasi bumi, benda-benda tertarik menuju pusatnya (gravitasi). Energi potensial yang dimiliki benda jatuh:

$$Ep = m.g.y.$$

Penjelasan :

Ep : Energi potensial (Joule)

m : Massa benda (kg)

g : Percepatan gravitasi bumi

(9,8m/s^2 atau 10 m/s^2)

y : Ketinggian benda (m)

4. Energi Kinetik

Energi kinetik suatu benda yang bergerak hanya bergantung pada jumlah kecepatan atau kecepatannya dan bukan pada arah atau mekanisme yang mendorong gerakannya. Jika massa m dan kecepatan v_1 dan v_2 diketahui, kerja gaya resultan dapat dihitung tanpa mengetahui gaya atau perpindahan. Untuk menentukan energi kinetik suatu benda, satuan untuk m dan v harus konsisten. v harus diukur dalam meter per detik, sedangkan m harus diukur dalam kilogram. Namun demikian, satuan energi kinetik dalam sistem apa pun sama dengan satuan kerja dalam sistem itu, dan energi kinetik biasanya dinyatakan dengan rumus berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} Mv^2$$

Penjelasan :

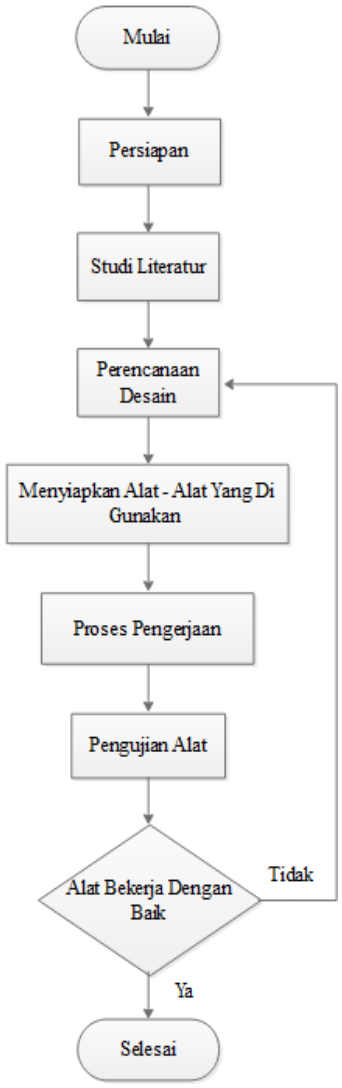
E_k : Energi kinetik (Joule)

m : Massa benda (kg)

v : kecepatan gerak benda (m/s)

Metode Perancangan

Diagram Alir



Gambar Diagram Alir

Alat, Mesin Dan Bahan

1. Alat Dan Mesin

Mesin las, Mesin Bubut, Mesin Gerinda, Mesin Bor, Kikir, Gegaji besi, Ragum, Amplas, Palu, Meteran, Jangka Sorong, stopwatch, meteran, bahan bakar, pena, spidol dll.

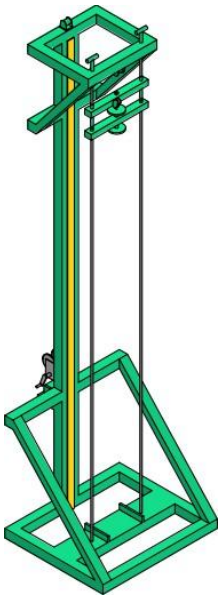
2. Bahan Rancang Bangun Alat Uji Ketahanan Helm

Plat Besi 3 mm, Besi Hollow ”,seling, baut, Mur, Ring, Cat, Epoxi, Dempul, Tiner.hand winch, tambang penarik , central lock dll.

Rancangan Alat Uji

Rancangan alat uji digunakan untuk menggambarkan komponen yang terdapat pada alat uji yang digunakan seperti pada Gambar 3.2. Kerangka berbahan dasar Besi Hollow dengan ukuran tinggi x lebar yaitu 3 m x 1 m. Alat uji ini memiliki Spesimen beban dengan berat 3,6 Kg yang berfungsi sebagai palu, dudukan helm / landasan yang memiliki lebar sebesar 30 cm sebagai tempat helm yang akan di uji dan seling yang di gunakan untuk rel peluncur.

Alat uji ketahanan helm ini bekerja dengan optimal jika alat tersebut tidak mengalami kerusakan pada seling rel penggerak. Indikator tidak adanya kerusakan pada alat uji ini apabila ketika diuji coba dengan menggunakan spesimen beban dengan berat yang sudah di tentukan di jatuhkan dari ketinggian dapat membentur dengan helm yang akan di uji sehingga menunjukan nilai gaya seketika dan dampak uji secara visual.



Gambar Rancangan Alat Uji Ketahanan Helm.

Hasil

Analisa Perhitungan

Temuan pengujian daya tahan dengan benda helm sepeda motor non standar dan standar menggunakan teknik jatuh bebas menghasilkan data hasil pengujian berupa gaya dan besaran energi potensial dan kinetik pada setiap kondisi pengujian sebagai data pendukung hasil pengujian.

Gaya maksimal setiap uji dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus F = m.a. Variabel an dalam persamaan dapat diganti dengan konstanta gravitasi yang diprediksi sebesar 10 m/s2 karena percepatan yang berdampak pada pengujian ini semata-mata diciptakan oleh percepatan gravitasi bumi. Sedangkan tegangan yang dialami selama setiap pengujian ditentukan oleh luas permukaan area pembebanan. Jumlah energi yang diserap helm berhubungan dengan ketinggiannya..
(Rahmat Kartolo simanjuntak, 2011).

1. Gaya Gerak Jatuh Bebas

Gaya gerak jatuh bebas dengan massa 3,6 kg pada variasi ketinggian 2 m dan 2,5 m dengan gravitasi yang di asumsikan sebesar 10 m/s^2. Di uji pada helm berstandar dan non-standar di hitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Vt = \sqrt{2 \, . g \, . h}$$

Penjelasan :

Vt : Kecepatan Benda (m/s)

g : gravitasi (m/s^2)

h : Ketinggian (m).

Penyelesaian :

1) Pengujian dengan variasi ketinggian 2 m dengan gravitasi yg di asumsikan sebesar 10 m/s^2 di dapat kecepatan gerak benda sebagai berikut :

$$Vt = \sqrt{2 \, . g \, . h}$$
$$= \sqrt{2 \, . 10 \, . 2}$$
$$= \sqrt{40}$$
$$= 6{,}32 \text{ m/s}$$

2) Pengujian dengan variasi ketinggian 2,5 m dengan gravitasi yg di asumsikan sebesar 10 m/s^2 di dapat kecepatan gerak benda sebagai berikut :

$$Vt = \sqrt{2 \, . g \, . h}$$
$$= \sqrt{2 \, . 10 \, . 2{,}5}$$
$$= \sqrt{50}$$
$$= 7{,}07 \text{ m/s}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka di dapatkan kecepatan gerak spesimen beban pada saat setelah dilepaskan dengan ketinggian 2 m dan 2,5 m adalah sebesar 6,32 m/s dan 7,07 m/s. setelah kecepatan benda di dapatkan maka dapat di hitung gaya yang terkandung dalam pengujian

dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$F = m \cdot a$$

Penjelasan :

F = Gaya yang bekerja (N)

m = Massa (Kg)

a = Percepatan (m/s^2)

Penyelesaian :

1) Pengujian dengan variasi ketinggian 2 m dengan massa 3,6 kg dan Percepatan benda sebesar 6,32 m/s^2 maka gaya yang terjadi adalah sebagai berikut :

$F = m \cdot a$

= 3,6 . 6,32

= 22,752 N

2) Pengujian dengan variasi ketinggian 2,5 m dengan massa 3,6 kg dan percepatan benda sebesar 7,07 m/s^2 maka gaya yang terjadi adalah sebagai berikut :

$F = m \cdot a$

= 3,6 . 7,07

= 25,452 N

2. Momentum

Momentum yang terjadi pada pengujian ini dengan massa 3,6 kg pada variasi ketinggian 2 m dan 2,5 m dimana kecepatan benda sudah di dapatkan pada perhitungan sebelumnya di uji pada helm berstandar dan non-standar di hitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = m .v$$

Penjelasan :

P : Momentum (kg m/s)

m : massa (kg)

v : Kecepatan (m).

Penyelesaian :

1) Pengujian dengan spesimen beban seberat 3,6 kg dan variasi ketinggian 2 m dengan kecepatan yang sudah di dapatkan sebelumnya sebesar 6,32 m/s maka di dapat momentum yang terjadi sebagai berikut :

$P = m .v$

= 3,6 .6,32

= 22,752 kg m/s

2) Pengujian dengan spesimen beban seberat 3,6 kg dan variasi ketinggian 2,5 m dengan kecepatan yang sudah di dapatkan sebelumnya sebesar 7,07 m/s maka di dapat momentum yang terjadi sebagai berikut :

$P = m .v$

= 3,6 .7,07

= 25,452 kg m/s

3. Energi Potensial

Energi potensial yang terjadi pada pengujian dengan massa 3,6 kg pada variasi ketinggian 2 m dan 2,5 m dimana gravitasi yang di asumsikan sebesar 10 m/s^2 di uji pada helm berstandar dan non-standar di hitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ep = m.g.y$$

Penjelasan :

Ep : Energi Potensial (Joule)

m : massa (kg)

g : gravitasi (m/s^2)

y : Ketinggian (m).

Penyelesaian :

1) Pengujian dengan massa 3,6 kg dan variasi ketinggian 2 m dimana gravitasi yg di asumsikan sebesar 10 m/s^2 di dapat energi potensial sebagai berikut :

$$Ep = m.g.y$$

= 3,6 Kg . 10 m/s^2 . 2 m

= 72 Kg.m^2/s^2

= 72 Joule

2) Pengujian dengan massa 3,6 kg dan variasi ketinggian 2,5 m dimana gravitasi yg di asumsikan sebesar 10 m/s^2 di dapat energi potensial sebagai berikut :

$$Ep = m.g.y$$

= 3,6 Kg. 10 m/s^2 . 2,5 m

= 90 Kg.m^2/s^2

= 90 Joule

4. Energi Kinetik

Energi Kinetik yang terjadi pada pengujian dengan massa 3,6 kg pada variasi ketinggian 2 m dan 2,5 m dimana gravitasi yang di asumsikan sebesar 10 m/s^2 di uji pada helm berstandar dan non-standar di hitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ek = \frac{1}{2} m.v^2$$

Penjelasan :

Ek : Energi Kinetik (Joule)

M : massa (kg)

v : Kecepatan (m/s)

Penyelesaian :

1) Pengujian dengan massa 3,6 kg dan variasi ketinggian 2 m dimana kecepatan yang sudah di dapat sebelumnya yaitu sebesar 6,32 m/s di dapat energi kinetik sebagai berikut :

$$Ek = \frac{1}{2} m.v^2$$

$= \frac{1}{2}$ 3,6 . (6,32^2)

$= \frac{1}{2}$ 3,6 Kg (39,9) m/s

= 71,82 Kg.m^2/s^2

= 71,82 Joule

2) Pengujian dengan massa 3,6 kg dan variasi ketinggian 2,5 m dimana kecepatan yang sudah di dapat sebelumnya yaitu sebesar 7,07 m/s di dapat energi kinetik sebagai berikut :

$$Ek = \frac{1}{2} m.v^2$$

$= \frac{1}{2}$ 3,6 . (7,07^2)

$= \frac{1}{2}$ 3,6 Kg(49,9) m/s

= 89,82 Kg.m^2/s^2

= 89,82 Joule

Hasil Pengujian

Setelah pengujian di lakukan maka di dapatkan data yang telah di olah menggunakan persamaan yang telah di tentukan sebelumnya dimana helm yang di uji yaitu Helm Berstandar dan non-standar.

a) Helm Berstandar SNI

Tabel Data hasil pengujian pada helmet Berstandar

DATA HASIL PENGUJIAN PADA HELM BERSTANDAR

No Uji	Ketinggian (m)	Gaya Maks (N)	Energi Potensial (J)	Energi Kinetik (J)	Momentum (Kg m/s)	Keterangan	Gambar
1	2 m	22,752	72	71,82	22,752	Tidak Rusak	
2	2,5 m	25,452	90	89,82	25,452	Tidak Rusak	

b) Helm Non-standar / KW

Tabel Data hasil pengujian pada helmet Non-standar

DATA HASIL PENGUJIAN PADA HELM NON-STANDAR

No Uji	Ketinggian (m)	Gaya Maks (N)	Energi Potensial (J)	Energi Kinetik (J)	Momentum (Kg m/s)	Keterangan	Gambar
1	2 m	22,752	72	71,82	22,752	Rusak	
2	2,5 m	25,452	90	89,82	25,452	Rusak	

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel hasil pengujian di atas terlihat bahwa nilai gaya seketika pada helmet berstandar dan non-standar relatif sama. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh arah pembebanan impak yang langsung mengenai helmet. Sedangkan dampak visual yang dihasilkan pada helmet non-standar tidak sama dikarenakan bahan yang di gunakan tidak sesuai dengan kriteria SNI.

Perbedaan besarnya gaya maksimun yang diserap helmet pada anvil ketinggian 2 m ialah 22,752 N. Sementara untuk ketinggian 2,5 m ialah 25,452 N. Energi impak rata-rata yang diserap oleh helmet pada anvil ialah 72 Joule pada ketinggian 2m dan 90 Joule pada ketinggian 2,5 m. Hal ini memperlihatkan bahwa pengujian dengan menggunakan pembebanan impak dapat direkomendasikan untuk pengujian-pengujian selanjutnya karena hanya menghasilkan perbedaan gaya dan energi impak yang relatif sangat kecil.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian ditentukan bahwa semakin besar gaya tumbukan maka semakin jauh jarak jatuh helm ke landasan landasan. Hal ini terbukti pada hasil pengujian dengan ketinggian 2 m dan 2,5 m gaya rata-rata yang dihasilkan pada masing-masing ketinggian tersebut berturut-turut ialah 22,752 N dan 25,452 N. Nilai-nilai tersebut diperoleh langsung dari hasil perhitungan menggunakan persamaan sesuai dengan ketentuan pengujian. Dengan demikian alat uji ini terbukti dapat dipergunakan sebagai alat ukur pengujian helmet standar dan non-standar menggunakan metode impak jatuh bebas.
2. Energi yang diserap helm sepeda motor pada pengujian ini dengan ketinggian jatuh 2 meter adalah 72 Joule, sedangkan energi yang diserap dengan ketinggian jatuh 2,5 meter adalah 90 Joule. Selisih momentum yang terjadi pada ketinggian jatuh 2 m dan 2,5 m berturut-turut adalah 22.752 dan 25.452 Joule. Nilai gaya seketika pada pengujian ini relatif sama tetapi tidak dengan dampak visual yang terjadi pada

helmet non-standar mengalami kerusakan yang cukup fatal di karenakan bahan material yang di gunakan tidak sesuai kriteria SNI.

3. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di berbagai ketinggian, ditetapkan bahwa helm non-standar menyebabkan cedera fatal. Ketika dihubungkan antara energi yang terjadi, ditentukan bahwa energi yang terjadi akibat bidang kontak yang sangat kecil akan menciptakan momentum paling besar pada helm. Sedangkan energi yang mampu diserap helmet menjadi kecil sebelum mengalami kegagalan. Besarnya energi rata-rata yang mampu diserap adalah 25 %. Hal ini membuktikan bahwa helmet non-standar sangat berbahaya untuk digunakan karena tidak mampu menahan energi impak yang diberikan melebihi 50%.

Saran

1. Berdasarkan serangkaian hasil pengujian terbukti bahwa penelitian ini dapat dikembangkan sehingga menjadi standar pengukuran kekuatan helmet. Oleh karena itu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan alat ini sangat disarankan.

2. Alat uji ini menerapkan metode baru pengujian kekuatan material dengan menggunakan beban impak jatuh bebas. Alat ini selanjutnya dapat dikembangkan untuk pengujian-pengujian konstruksi mesin yang lainnya. Dengan demikian fenomena impak yang terjadi pada material dapat lebih lengkap dan akurat digambarkan dari dua arah pembebanan yang berbeda (longitudinal dan vertikal). Oleh karena itu modifikasi anvil sangat dibutuhkan untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Batan, I Made Londen. (2019). Rancang bangun alat uji penetrasi helm. *Ironmaking and steelmaking*, *46*(9), 855–864.

2. Dedet Nursyahuddin (2014). Proses perancangan sistem mekanik dengan pendekatan terintegrasi: studi kasus perancangan alat uji pin on disc, universitas andalas padang

3. Khurmi, R.s and Gupta, J.K. (1984). Mechanical engineering (conventional and objective type). In R.s khurmi and J.K Gupta (ed.), mechanical engineering (conventional and objective type) (first edit). S. Chand and company ltd.

4. Rahmat Kartolo Simanjuntak. (2011). Pengukuran helmet sepeda motor yang di kenai beban menggunakan uji impak jatuh bebas.

5. Zemansky.Sears, (1962), Fisika Untuk Universitas 1 : Mekanika, Panas dan Bunyi, Yayasan Dana Buku Indonesia, Jakarta.

6. Snell foundation, s. P. F. H. (2020). *Standard for protective headgear*.