

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Metode pengujian impak yang dilakukan yaitu metode yang menggunakan *test rig* jatuh bebas yang dalam penelitian ini akan digunakan alat uji impak jatuh bebas. Metode pengujian ini mengacu pada standar ASTM E23, ISO 148 dan EN10045-1. Helm yang digunakan dalam pengujian ini adalah helm SNI yang dapat dibeli di toko helm. Helm ini dipilih karena helm ini telah berlabel SNI dan telah banyak digunakan oleh pengendara sepeda motor khususnya di kota Medan. Dengan melakukan pengujian ini, maka dapat diketahui seberapa besar kekuatan impak yang dimiliki oleh helm SNI tersebut.

2.2. Gerak Jatuh Bebas

Dua buah benda dengan berat yang berbeda bila dijatuhkan tanpa kecepatan awal dari ketinggian dan waktu yang sama, maka percepatan yang dialami oleh kedua benda tersebut adalah sama yakni sama dengan percepatan gravitasi bumi yang besarnya $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Gerak jatuh bebas adalah gerak jatuh benda pada arah vertikal dari ketinggian h tertentu tanpa kecepatan awal ($v_0 = 0$), jadi gerak benda hanya dipengaruhi oleh gravitasi bumi.

Pada gerak jatuh bebas, waktu jatuh benda bebas hanya dipengaruhi oleh dua faktor saja, yaitu ketinggian (h) dan gravitasi bumi (g). Jadi berat dari besaran-besaran lain tidak mempengaruhi waktu jatuh. Artinya meskipun berbeda beratnya, dua benda yang jatuh dari ketinggian yang sama di tempat yang sama

akan jatuh dalam waktu yang bersamaan. Dalam kehidupan kita sehari-hari mungkin kejadiannya lain.

Benda yang berbeda beratnya, akan jatuh dalam waktu yang tidak bersamaan. Hal ini dapat terjadi karena adanya gesekan udara. Percobaan di dalam tabung hampa udara membuktikan bahwa sehelai bulu ayam dan satu buah koin jatuh dalam waktu yang bersamaan.

Perpindahan adalah perubahan kedudukan. Hal ini merupakan besaran vektor mencakup jarak dan arah. Kecepatan adalah laju perubahan kedudukan terhadap waktu. Hal ini juga merupakan besaran vektor mencakup jarak, arah dan waktu.

Katakan V_0 kecepatan awal, v kecepatan akhir, a percepatan, t waktu dan s perpindahan kecepatan pertengahan = perpindahan/waktu

$$\frac{1}{2}(v_0 + v) = s/t$$

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \dots\dots\dots (2.1)$$

Perpindahan digambarkan dengan luas daerah di bawah grafik kecepatan

waktu: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = a$ $v = v_0 + \frac{\Delta v}{\Delta t}t$ $\therefore v = v_0 + at$

Penggantian $(v_0 + at)$ untuk v didalam persamaan (2.1.),

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

Penghatian $(v - v_0)/a$ untuk t didalam persamaam (2.1.),

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

Bila $V_0 = 0$,maka : $v^2 = 0 + 2as$

$$v = \sqrt{2as} \quad \text{bila } a = g \text{ dan } s = H \text{ maka:}$$

$$v = \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (2.2)$$

2.3. Beban Impak

Beban impak sering didefinisikan sebagai beban yang bekerja pada struktur dalam waktu yang sangat singkat, umumnya kurang dari 1 detik, bahkan hanya selama beberapa milidetik. Beberapa contoh beban impak adalah beban tekanan udara akibat bom, tembakan peluru, atau benturan benda pada struktur. Pada beberapa struktur, umumnya dengan alasan keamanan, struktur tersebut harus direncanakan terhadap beban impak yang mungkin terjadi selama umur rencana bangunan. Analisis struktur terhadap beban impak umumnya meliputi: prediksi besar dan lama pembebanan beban impak, analisis perilaku elemen struktur dan struktur secara keseluruhan terhadap beban impak, analisis kekuatan struktur terhadap beban impak.

2.3.1. Momentum dan Impuls

Setiap benda yang bergerak mempunyai momentum. Momentum juga dinamakan jumlah gerak yang besarnya berbanding lurus dengan massa dan kecepatan benda. Suatu benda yang bermassa m bekerja gaya F yang konstan, maka setelah waktu Δt benda tersebut bergerak dengan kecepatan :

$$v_t = v_0 + a.\Delta t$$

$$v_t = v_0 + \frac{F}{m}.\Delta t$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot v_t - m \cdot v_0 \dots\dots\dots (2.3)$$

Besaran $F \cdot \Delta t$ disebut *impuls* sedangkan besarnya $m \cdot v$ yaitu hasil kali massa dengan kecepatan disebut *momentum*.

$m \cdot v_t$ = momentum benda pada saat kecepatan v_t

$m \cdot v_0$ = momentum benda pada saat kecepatan v_0

Momentum ialah hasil kali sebuah benda dengan kecepatan benda itu pada suatu saat. Momentum merupakan besaran vector yang arahnya searah dengan kecepataannya. Satuan dari momentum adalah kg m/det atau gram cm/det. Sedangkan impuls adalah hasil kali gaya dengan waktu yang ditempuhnya. Impuls merupakan besaran vector yang arahnya searah dengan arah gayanya. Perubahan momentum adalah akibat adanya impuls dan nilainya sama dengan impuls.

$$\text{impuls} = \text{perubahan momentum} \dots\dots\dots (2.4)$$

Momentum sebuah benda bergerak dikatakan mempunyai momentum yang dinyatakan dengan hasil kali massa benda dengan kecepatan benda.

Momentum = massa . kecepatan

$$M = m \cdot v \dots\dots\dots (2.5)$$

Impuls sebuah benda bergerak dikatakan mempunyai impuls yang dinyatakan dengan hasil kali gaya yang bekerja pada benda dengan waktu yang diberikan.

Impuls = gaya x waktu

$$I = F \cdot t \dots\dots\dots (2.6)$$

2.3.2. Hukum Gerakan Newton.

Hukum Pertama: “setiap benda akan memiliki kecepatan yang konstan kecuali ada gaya yang resultannya tidak nol bekerja pada benda tersebut. Berarti jika resultan gaya nol, maka pusat massa dari suatu benda tetap diam, atau bergerak dengan kecepatan konstan (tidak mengalami percepatan)”.

Dirumuskan secara matematis menjadi:

$$\text{Jika } \Sigma F = 0, \text{ maka } v = 0 \text{ atau } v = \text{konstan} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

Hukum kedua : “Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dan searah dengan gaya itu dan berbanding terbalik dengan massa benda”.

Secara sistematis dirumuskan:

$$a = \frac{\Sigma F}{m} \text{ atau } \Sigma F = m.a \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Hukum gerakan ketiga: ”Jika benda pertama mengerjakan gaya terhadap benda kedua, maka benda kedua pun akan mengerjakan gaya terhadap benda pertama yang besarnya sam tetapi arahnya berlawanan”.

Secara sistematis dirumuskan:

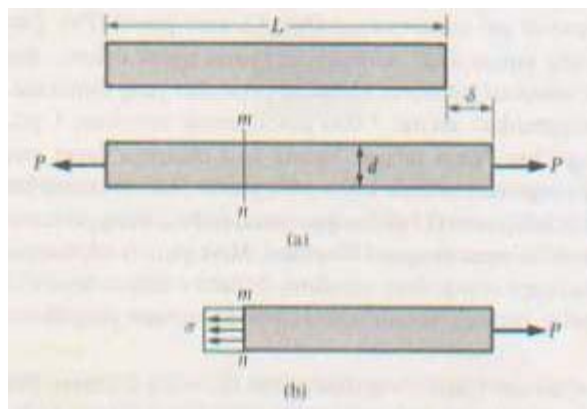
$$F_1 = -F_2 \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

2.4. Tegangan Normal (Normal Stress)

Gaya internal yang bekerja pada sebuah potongan dengan luasan yang sangat kecil akan bervariasi baik besarnya maupun arahnya. Pada umumnya gaya-gaya tersebut berubah-ubah dari suatu titik ke titik yang lain, umumnya berarah miring pada bidang perpotongan. Dalam praktek keteknikan intensitas gaya diuraikan menjadi tegak lurus dan sejajar dengan irisan. Tegangan normal

adalah intensitas gaya yang bekerja normal (tegak lurus) terhadap irisan yang mengalami tegangan, dan dilambangkan dengan σ (sigma). Bila gaya-gaya luar yang bekerja pada suatu batang sejajar terhadap sumbu utamanya dan potongan penampang batang tersebut konstan, tegangan internal yang dihasilkan adalah sejajar terhadap sumbu tersebut.

Gaya-gaya seperti itu disebut gaya aksial, dan tegangan yang timbul dikenal sebagai tegangan aksial. Konsep dasar dari tegangan dan regangan dapat diilustrasikan dengan meninjau sebuah batang prismatik yang dibebani gaya-gaya aksial (axial forces) P pada ujung-ujungnya. Sebuah batang prismatik adalah sebuah batang lurus yang memiliki penampang yang sama pada keseluruhan panjangnya. Untuk menyelidiki tegangan-tegangan internal yang ditimbulkan gaya-gaya aksial dalam batang, dibuat suatu pemotongan garis khayal pada irisan mn (Gambar 2.1.). Irisan ini diambil tegak lurus sumbu longitudinal batang. Karena itu irisan dikenal sebagai suatu penampang (cross section).



Gambar 2.1. Batang Prismatik yang Dibebani Gaya Aksial

Tegangan normal dapat berbentuk:

- Tegangan Tarik (Tensile Stress)

Apabila sepasang gaya tarik aksial menarik suatu batang, dan akibatnya batang ini cenderung menjadi meregang atau bertambah panjang. Maka gaya tarik aksial tersebut menghasilkan tegangan tarik pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.

- Tegangan Tekan (Compressive Stress)

Apabila sepasang gaya tekan aksial mendorong suatu batang, akibatnya batang ini cenderung untuk memperpendek atau menekan batang tersebut. Maka gaya tekan aksial tersebut menghasilkan tegangan tekan pada batang di suatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya.

Intensitas gaya (yakni, gaya per satuan luas) disebut tegangan (stress) dan lazimnya ditunjukkan dengan huruf Yunani σ (sigma). Dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi secara merata pada seluruh penampang batang, maka resultannya sama dengan intensitas σ kali luas penampang A dari batang. Selanjutnya, dari kesetimbangan benda yang diperlihatkan pada Gambar 2.1, besar resultan gayanya sama dengan beban P yang dikenakan, tetapi arahnya berlawanan. Sehingga diperoleh rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana : σ = tegangan (N/m^2)

P = gaya aksial (N)

A = luas penampang (m^2)

2.5. Energi Mekanik

Energi mekanik pada suatu benda adalah gabungan dari energi potensial dan energi kinetik suatu benda. Energi potensial merupakan energi yang berkaitan dengan kedudukan suatu benda terhadap suatu titik acuan. Dengan demikian, titik acuan akan menjadi tolok ukur penentuan ketinggian suatu benda. Secara sistematis dirumuskan:

$$E_p = m.g.h \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana: E_p = energi potensial (J)

m = massa benda (kg)

g = gravitasi bumi (9.8 m/s)

h = tinggi jatuh benda (m)

Energi kinetik adalah energi yang berkaitan dengan gerakan suatu benda. Jadi, setiap benda yang bergerak, dikatakan memiliki energi kinetik. Meski gerak suatu benda dapat dilihat sebagai suatu sikap relatif, namun penentuan kerangka acuan dari gerak harus tetap dilakukan untuk menentukan gerak itu sendiri. Persamaan energi kinetik adalah :

$$E_k = \frac{1}{2} m.v^2 \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana : E_k = energi kinetik (joule)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan gerak suatu benda (m/s)

2.6. Pengukuran Kekuatan Helm

2.6.1. Uji Jatuh Bebas

Selama ini helm diuji menggunakan prosedur pengujian standard menggunakan *test rig* dengan teknik jatuh bebas. Pengujian standard ini bertujuan untuk melihat sejauh mana kemampuan helm dalam menyerap energi impak. Selain itu uji standard juga bertujuan meneliti keparahan rusak helm yang memungkinkan merusak lapisan kulit kepala lewat penetrasi.

2.7. Ansys Workbench V 12.1

Ansys Workbench merupakan aplikasi yang dapat mempermudah seorang *Engineer* untuk berinteraksi dengan *ansys family solvers*. Dengan menggunakan aplikasi ini, dapat menghitung tekanan statis, tekanan dinamik, fluida, aerodinamik, laju aliran dan perhitungan-perhitungan lainnya yang sering dilakukan oleh seorang *Engineer*.

2.8. Helm Standar Nasional Indonesia (SNI)

Helm adalah bentuk perlindungan tubuh yang dikenakan di kepala dan biasanya dibuat dari metal atau bahan keras lainnya seperti kevlar, serat resin, atau plastik. Helm biasanya digunakan sebagai perlindungan kepala untuk berbagai aktivitas pertempuran (militer), atau aktivitas sipil seperti olahraga, pertambangan, atau berkendara. Helm dapat memberi perlindungan tambahan pada sebagian dari kepala (bergantung pada strukturnya) dari benda jatuh atau berkecepatan tinggi. Helm digunakan untuk melindungi kepala bila terjadi kecelakaan lalu-lintas pada para pengguna sepeda motor. Helm sepeda

motor dapat dikelompokkan dalam beberapa kelompok yaitu helm separuh kepala (*half face*), tiga perempat (*open face*) dan penuh (*full face*).

Helm yang memberikan perlindungan yang paling baik adalah helm penuh karena seluruh kepala dilindungi dari benturan. Inti mekanisme perlindungan helm adalah penyerapan energi momentum yang diterima ke seluruh bagian helm. Oleh karenanya meski terdapat berbagai bentuk helm bentuk dan struktur nya mempertimbangkan kemampuannya menyerap energi tabrakan. Ukuran dan beratnya juga merupakan pertimbangan lain sebab ukuran yang lebih besar juga meningkatkan risiko terhadap pengguna. Helm dikatakan SNI apabila helm tersebut telah memiliki logo SNI. Logo SNI pada helm keluaran terbaru sudah dibuat timbul, beda dengan helm dulu yang menggunakan stiker sehingga gampang di copot ataupun luntur, tetapi logo SNI yang timbul tidak bisa luntur. Logo SNI yang timbul diperlihatkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Logo SNI pada helm

Untuk mendapatkan logo SNI tersebut, helm harus melalui pengujian-pengujian yang telah ditentukan oleh Badan Standardisasi Nasional. Standar untuk helm di Indonesia adalah SNI 1811-2007. Standar ini menetapkan spesifikasi

teknis untuk helm pelindung yang digunakan oleh pengendara dan penumpang kendaraan bermotor roda dua.