

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alumunium

2.1.1 Sejarah Alumunium

Alumunium berasal dari bahasa latin “alumen” atau “alum”. Orang Yunani dan Romawi kuno menggunakan alum untuk menutup pori-pori dan sebagai bahan penajam dalam pewarnaan. Logam alumunium ditemukan oleh Hans Cgristian Orsted pada tahun 1825. Orsted adalah orang pertama yang berhasil mengekstraksi alumunium murni dari bijih bauksit. Pada tahun 1842, ia mencoba memproduksi logam tersebut dengan mereaksikan alumunium klorida anhidrat dengan amalgam kalium, menghasilkan benjolan logam yang tampak seperti timah. Orsted mempresentasikan hasil dan sampel logam baru ini pada tahun 1825.

Proses penghasilan alummunium *The Hal-Heroult* telah diciptakan pada tahun 1886 oleh Paul Heroult yang merupakan seorang ahli kimia Prancis. Dia membuka kilang pengeluaran aluunium berskala besar yang pertama di Pittsburgh. Syarikat itu kemudian berubah menjadi Syarikat Alumunium America kemudian Alcoa.

Menurut Surdia .T.,Saito,S., 1995, Alumunium merupakan unsur terbanyak di bumi, mencakup hampir 8% dari berat kerak bumi. Ditemukan sebagai unsur oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809 dan pertama kali direduksi menjadi logam oleh H.C. Orsted pada tahun 1825. Bijih bauksit yang ditemukan dalam batu-batuan di kerak bumi, adalah bahan utama untuk produksi alumunium karena alumunium dalam bebatuan berbentuk silikat dan komponen kompleks lainnya, butuh penelitian lebih dari 60 tahun untuk menemukan cara ekonomis memproduksi alumunium dari bijih bauksit.(Firmansyah et al., 2021)

2.1.2 Pengertian alumunium

Alumunium adalah logam paling melimpah dikerak bumi dan merupakan unsur terbanyak ketiga setelah silikon dan oksigen. Alumunium membentuk sekitar 9,07 hingga 8,23% dari seluruh logam dan batuan non-logam dikerak bumi, dengan produksi mencapai 30 juta ton per tahun. Alumunium murni sulit ditemukan karena sifatnya yang sangat reaktif.(Samelis, 1999).

Alumunium murni merupakan logam yang bersifat mudah terdeformasi, tahan lama, massa benda ringan, dan untuk membentuk tampilan luar dapat dilakukan dengan cara ditempa tergantung kekerasan permukaan. Alumunium murni memiliki unsur kandungan logam lainnya. Alumunium yang beredar dipasaran tidak 100% mengandung alumunium, melainkan ada kandungan unsur pengotor didalamnya. Pengotor ini biasanya berupa gelembung gas yang masuk akibat adanya proses peleburan dan pendinginan yang tidak sempurna. Salah satu penyebab adanya gelembung gas akibat dari cetakan, bahan baku, dan pengotor yang memiliki kualitas yang tidak baik. Alumunium foil merupakan salah satu penyebab adanya gelembung gas akibat dari cetakan, bahan baku, dan pengotor yang memiliki kualitas yang tidak baik. Alumunium foil merupakan salah satu contoh alumunium murni yang dijual dipasaran yang memiliki kandungan alumunium murni sebesar 99%. Dalam unsur kimia alumunium memiliki nomor atom 13, massa atom 26,981539 u, titik lebur 660, 3° C, kepadatan 2,7 g/cm³, dan titik didid 1.470° C. (Samelis, 1999)

Densitas alumunium mempunyai kerapatan 2,70 Mg/m³ atau sepertiga kerapatan baja, dan modulus elastisitas sebesar 70 GN/m². Paduan alumunium mempunyai sifat tarik yang rendah bila dibandingkan dengan baja, kekuatan spesifikasinya sangat baik. Alumunium sering digunakan ketika berat merupakan faktor penting, seperti pesawat terbang dan otomotif. (Tjahjanti & Fahrudin, 2020)

2.1.3 Sifat-sifat alumunium

Alumunium adalah material yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, karena memiliki sifat unggul serta kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya. Berikut ini adalah beberapa sifat umum yang dimiliki oleh alumunium:

- Ringan

Sifat yang paling melekat dari material ini adalah bobotnya yang cukup ringan yakni berat jenisnya adalah 1,7 gr / cm³ atau 1/3 dari baja.

- Tahan Korosi

Secara alami, material ini dapat menghasilkan oksida pelindung yang cukup penting. Dengan kemampuannya itulah membuatnya tahan terhadap korosi sehingga berpengaruh terhadap umumnya.

- Kuat

Kendati mempunyai bobot terbilang ringan, tetapi soal kekuatan dari alumunium tidak boleh diragukan begitu saja. Perlu diingat, bahwa kekuatan dari material ini biasanya sesuai dengan pengaplikasiannya.

- Elastis

Alumunium memiliki sifat mudah ditarik ataupun dibentuk karena dapat disambung dengan logam/material lainnya dengan pengelasan, brazing, solder, adhesive bonding, sambungan mekanis, atau dengan teknik penyambungan lainnya.

- Konduktor listrik

Alumunium dapat menghantarkan arus listrik dua kali lebih besar jika dibandingkan dengan tembaga.

- Konduktor panas

Alumunium juga mempunyai sifat menghantarkan panas. Sifat ini sangat baik untuk penggunaan pada mesin-mesin/alat-alat pemindah sehingga dapat memberikan penghematan energi.

- Memantulkan sinar dan panas

Alumunium memiliki kemampuan pantul yang tinggi yaitu sekitar 95% dibandingkan dengan kekuatan pantul sebuah cermin. Sifat pantul ini

menjadikan alumunium sangat baik untuk peralatan penahanan radiasi panas.

- Non magnetik

Alumunium sangat baik untuk penggunaan pada peralatan elektronik, pemancar radio/TV dan lain-lain.

2.1.4 Standarisasi Alumunium

Standarisasi alumunium berfungsi untuk mengklasifikasikan logam alumunium paduan berdasarkan kandungan unsur kimianya, penetapan standarisasi logam alumunium menurut *American Society for Testing Materials* (ASTM) mempergunakan angka dalam menetapkan penggolongan alumunium paduan. Penetapan standarisasi ini digunakan untuk klasifikasi logam alumunium paduan berdasarkan komposisi kimia.

Cara-cara penggolongan alumunium paduan yang ditentukan ASTM sebagai berikut :

- Paduan alumunium murni (kandungan alumunium sebesar 99%) 1xxx
- Paduan cupper 2xxx
- Paduan maganase 3xxx
- Paduan silicon 4xxx
- Paduan magnesium 5xxx
- Paduan magnesium dan silicon 6xxx
- Paduan zincum 7xxx
- Paduan elemen-elemen yang lain 8xxx

Sistem Angka :

1. Angka pertama : jenis-jenis unsur paduan yag terdapat pada logam alumunium.
2. Angka kedua : sifat khusus misalnya angka kedua menunjukkan bilangan nol (0) maka tidak memerlukan perhatian khusus dan jika angka kedua menunjukkan angka satu (1) sampai dengan angka Sembilan (9) memerlukan perhatian khusus.
3. Dua angka terakhir : tidak mempunyai pegertian, tetapi hanya menunjukkan modifikasi dari perpaduan dalam perdagangan. (PERKASA, 2008)

2.2 Alumunium Seri 6061

Alumunium seri 6061 adalah paduan yang banyak digunakan yang dikenal karena kekuatannya yang luar biasa, sifat ringan, dan ketahanan korosi yang sangat baik. 6061 merupakan paduan alumunium yang mengalami pengerasan presipitasi memiliki magnesium dan silikon sebagai unsur utama dalam komposisinya. Awalnya dikenal sebagai “Alloy 61S”, material ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1935.

Alumunium seri 6061 adalah material yang sering digunakan dalam industri maju karena memiliki keunggulan seperti kemampuan permesinan yang baik, hasil akhir permukaan yang sempurna, kekuatan tinggi namun ringan, serta tahan korosi.(Zuhaimi Zuhaimi & Husaini Husaini, 2006)

Alumunium 6061 merupakan salah satu paduan alumunium yang digunakan dalam berbagai bidang. Penggunaan alumunium 6061 ditemukan pada industri makanan hingga industri otomotif. Hal ini karena alumunium 6061 memiliki berbagai sifat unik, yang mana ia memiliki sifat ringan, tahan terhadap korosi, mudah dilas, ditempa, dan dicor. Meskipun demikian, paduan alumunium ini memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang rendah.(Tsamroh et al., 2020)



Gambar 2. 1 Alumunium 6061

Sumber : <https://id.lksteelpipe.com/aluminium-alloy-6061>

Paduan alumunium dalam seri 6xxx (6061) mengandung silikon dan magnesium sekitar dalam proporsi yang diperlukan untuk pembentukan silisida (Mg,Si), sehingga membuat paduan ini memiliki mampu perlakuan

panas yang baik. Meskipun tidak sekuat pada paduan 2xxx dan 7xxx, paduan alumunium seri 6xxx memiliki sifat mampu bentuk yang baik, mampu las, mampu mesin, dan ketahanan korosi yang relatif baik dengan kekuatan sedang. (Samelis, 1999)

Alumunium seri 6061 merupakan tipe paduan yang terpopuler karena dianggap mampu meningkatkan efisiensi dalam berbagai keperluan, sehingga lebih hemat biaya. Keunggulan ini disebabkan oleh karakteristik material yang superior dibandingkan dengan jenis alumunium lainnya. Berikut ini adalah tabel komposisi alumunium seri 6061.

Tabel 2. 1 Komposisi Alumunium Seri 6061

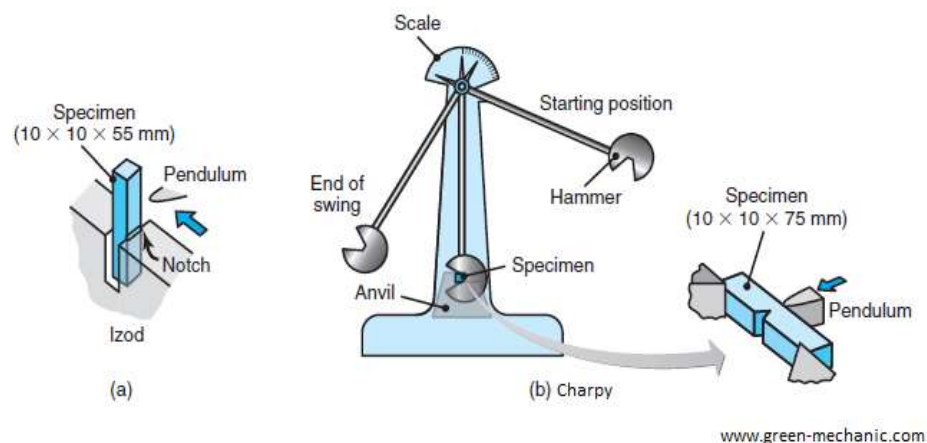
Unsur Elemen	Amount (wt%)
Si	0,63
Mg	0,98
Fe	0,19
Cu	0,18
Cr	0,5
Zn	0.10
Ti	0.08
Unsur lain	0,15
Al	Balance

Sumber : (Dewi, 2016)

2.3 Uji Impak

Uji impak adalah pengujian suatu material untuk mengetahui kekuatan impaknya. Kekuatan impak adalah kekuatan suatu material untuk menahan beban dinamik yang diberikan secara mendadak yang menyebabkan patah atau rusak. Ada dua metode dalam pengujian ini, yaitu metode charpy dan izod. (Timbangan Dkk, 2019)

Pengujian impak bertujuan untuk mengetahui kemampuan material dalam menyerap energi impak hingga material mengalami deformasi plastis (patah). Sumber energi diperoleh dari bandul pada ketinggian tertentu yang berayun untuk memukul spesimen uji. Penurunan energi potensial bandul sebelum dan sesudah memukul spesimen adalah energi impak yang diserap oleh spesimen. Pengujian ini digunakan untuk melihat efek takikan, bentuk takikan, temperatur, dan faktor lainnya pada material yang patah akibat beban kejut. Data pengujian membantu memilih material yang sesuai dengan pembebanan dan kondisi yang akan dialami. (Prasongko DKK, 2022)



Gambar 2. 2 Skematik Energi Impak Charpy-Izod

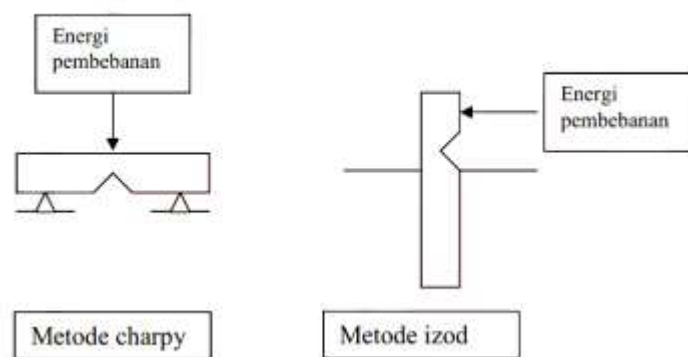
Sumber : [gambar skematik uji impak - Search Images \(bing.com\)](#)

Menurut Dieter, George E (1988) Uji impak digunakan untuk menentukan kecenderungan material menjadi rapuh atau ulet berdasarkan ketangguhannya. Uji ini mendeteksi perbedaan yang tidak terlihat dalam pengujian tegangan regangan. Namun, hasil uji impak tidak bisa langsung menggambarkan kondisi perpatahan batang uji karena tidak mengukur komponen gaya tegangan tiga dimensi. Selain itu, tidak ada kesepakatan umum tentang interpretasi atau pemanfaatan hasil ujian impak ini. (Fajar Ismail, 2017)

Sejumlah spesimen uji impak batang uji bertakik dilakukan untuk menentukan perpatahan rapuh pada logam. Ada dua metode standar yang digunakan untuk uji impak ini, yaitu metode Charpy dan Izod. Metode Charpy lebih banyak digunakan di Amerika Serikat, sementara metode Izod

lebih sering digunakan di Eropa. Spesifikasi batang uji metode Charpy meliputi luas penampang 10 mm x 10 mm dengan takik berbentuk V. Proses pembebanan pada uji impak Charpy dan izod dilakukan dengan sudut 45°, kedalaman takik 2mm, dan radius pusat 0,25 mm.(Fajar Ismail, 2017)

Menurut Dieter, George E (1988) setelah melalui proses pembebanan , kemudian batang uji *charpy* deiletakkan horizontal pada batang penumpu dan diberi beban secara tiba-tiba dibelakang sisi takik oleh pendulum berat berayun (kecepatan pembebanan $\pm 5 \text{ m/s}$). Batang uji diberi energi untuk melengkung sampai kemudian padat pada laju regangan yang tinggi hingga orde 10^3 s^{-1} . Batang uji *izod*, lebih banyak dipergunakan saat ini, memiliki luas penampang berbeda dan takik berbentuk V yang lebih dekat pada ujung batang specimen. Dua metode ini juga memiliki perbedaan pada proses pembebanan. (Fajar Ismail, 2017)



Gambar 2. 3 Pembebanan Metode Charpy dan Metode Izod
Sumber : (Fajar Ismail, 2017)

2.4 Uji Impak Metode Charpy

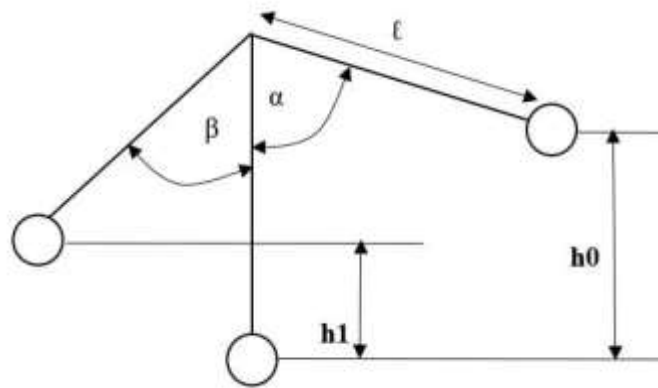
Pengujian impak Charpy, atau Charpy v-notch test adalah standar untuk mengukur laju regangan tinggi dan menentukan energi yang diserap oleh bahan selama patahan. Energi menunjukkan ketangguhan bahan dan digunakan untuk memahami suhu transisi ulet getas. Metode ini populer di industri dengan standar keselamatan tinggi karena persiapannya mudah, hasilnya cepat, dan biaya murah.(Fajar Ismail, 2017)

Metode uji impak Charpy pertama kali dikembangkan pada tahun 1905 oleh ilmuwan Prancis, Georges Charpy. Pengujian ini memiliki peran penting dalam memahami mekanisme patahan, terutama selama Perang Dunia II. Saat ini, metode ini banyak digunakan oleh berbagai industri untuk menguji material yang diterapkan dalam konstruksi kapal, jembatan, serta untuk menilai dampak kondisi lingkungan seperti badai atau gempa bumi terhadap bahan yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Tujuan utama dari uji impak Charpy adalah untuk menentukan tingkat kegetasan atau keuletan suatu material melalui pembebanan tiba-tiba pada benda uji secara statis.

Spesimen uji diberikan takikan terlebih dahulu sesuai standard ASTM E23. Hasil pengujian akan menunjukkan perubahan bentuk pada benda uji, seperti pembengkokan atau patahan, tergantung pada tingkat keuletan atau kegetasannya. Uji impak Charpy dilakukan dengan metode pembebanan secara tiba-tiba pada spesimen uji yang diuji secara statis, di mana spesimen telah disiapkan sesuai dengan ukuran standar ASTM E23. (Fajar Ismail, 2017)

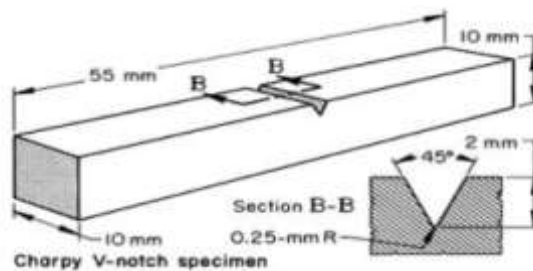
Tujuan uji impak *notched* bar ASTM E23 adalah menentukan energi dan kekuatan tumbukan logam, serta mengetahui apakah logam tersebut tangguh atau rapuh. Pada uji impak Charpy, spesimen logam diposisikan di penyangga alat uji pendulum dengan titik benturan. Uji ini digunakan untuk mengukur energi impak yang diserap. (Roel, 2024)

Metode Charpy adalah teknik umum yang digunakan untuk menilai ketangguhan material, dengan menumbuk spesimen menggunakan palu yang jatuh bebas dan mengukur energi yang diserap saat patah. Hasilnya menunjukkan ketangguhan material terhadap beban impak. Pengujian dilakukan dengan spesimen ditempatkan dengan posisi horizontal pada tumpuan, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan. (Francisco, 2013)



Gambar 2. 4 Ilustrasi Metode Charpy
Sumber : *Detech Material Testing Laboratory*

Takikan V adalah bentuk khusus pada ujung palu dalam pengujian charpy. Desain takikan ini memungkinkan distribusi energi impak yang konsisten dan memberikan informasi lebih rinci tentang ketangguhan material, terutama dalam mengidentifikasi zona-zona kegagalan.



Gambar 2. 5 Dimensi Spesimen ASTM E23
Sumber : *Detech Material Testing Laboratory*

2.5 Perpatahan Impak

Uji charpy pada suatu material umumnya dilakukan pada berbagai temperatur sebagai upaya untuk mengetahui temperatur transisi. Pengukuran lain yang biasa dilakukan dalam pengujian impak charpy adalah menelaah permukaan perpatahan untuk menentukan jenis perpatahan yang terjadi.

Secara umum sebagaimana analisis perpatahan pada benda hasil uji tarik maka perpatahan impak digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Perpatahan berserat (*fibrous fracture*)

Jenis perpatahan ini terjadi melalui mekanisme pergeseran bidang Kristal dalam material atau logam yang memiliki sifat ulet (*ductile*). Ditandai dengan permukaan patahan yang berserat yang berbentuk dimple yang menyerap cahaya dan buram. Perpatahan dimple ditandai oleh adanya cekungan-cekungan yang berbentuk sama sumbu, parabola atau elips, tergantung pada keadaan beban.

2. Perpatahan granular/kristalin

Perpatahan ini dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (*cleavage*) pada butir-butir dari material atau logam yang rapuh (*brittle*) serta ditandai dengan permukaan patahan yang datar dan mampu memberikan daya pantul cahaya yang tinggi sehingga kelihatan mengkilap.

3. Perpatahan campuran (berserat dan granular)

Perpatahan campuran merupakan kombinasi dari dua jenis perpatahan diatas.

Bentuk patahan yang berbeda-beda ini dapat ditentukan dengan mudah, walaupun pengamatan permukaan patahan tidak menggunakan pembesaran. Permukaan patahan datar memperlihatkan daya pemantul cahaya yang tinggi serta penampilan yang berkilat. (Francisco, 2013)

Pengujian batang bertakik memiliki manfaat yang signifikan ketika dilakukan pada berbagai suhu, Karena memungkinkan penentuan suhu transisi antara sifat ulet dan getas suatu material. Pada beberapa jenis bahan, terjadi penurunan nilai tertentu terkait dengan perubahan sifat material tersebut. Berikut ini adalah penjelasan mengenai perpatahan getas dan ulet.

a. Patah getas (*brittle*)

Patahan ini mempunyai bentuk yang rata serta mempunyai permukaan yang mengkilap. Apabila potongan dari patahan *brittle* ini kita sambungkan kepatahan itu tidak dibarengi dengan deformasinya bahan. Patahan *brittle* ini mempunyai nilai pukulan takik yang rendah. (Widyanto, 2018)

Patah getas adalah jenis patahan material yang terjadi dengan munculnya retakan secara cepat, lebih cepat dibandingkan patah ulet, tanpa melalui deformasi plastis terlebih dahulu dan langsung dalam waktu yang sangat singkat . Ciri-ciri terjadinya perpatahan getas sebagai berikut :

- Permukaannya terlihat berbentuk granular, berkilat dan memantulkan cahaya.
- Terjadi secara tiba-tiba tanpa ada deformasi plastis terlebih dahulu sehingga tidak tampak gejala-gejala material tersebut akan patah.
- Tempo terjadinya lebih cepat.
- Bidang patahan relatif tegak lurus terhadap tegangan tarik.
- Tidak ada reduksi luas penampang patahan, akibat adanya tegangan multaksial.



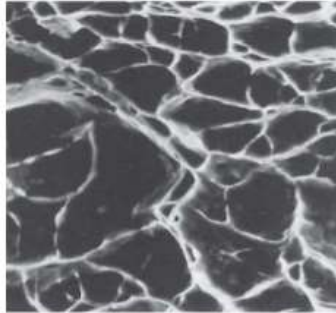
Gambar 2. 6 Hasil Scan Elektron Patahan *Brittle*
Sumber : (Widyanto, 2018)

b. Patahan ulet (*ductile*)

Merupakan patah yang diakibatkan oleh beban statis yang diberikan pada material, jika beban dihilangkan maka penjalaran retakan berhenti. Patah ulet ini ditandai dengan penyerapan energi disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar disekitar patahan, sehingga permukaan patahan tidak kasar, berserabut (*fibrous*), dan berwarna kelabu. Selain itu komposisi material juga mempengaruhi jenis patahan yang dihasilkan, jadi bukan karena pengaruh beban saja. Biasanya patah ulet terjadi pada material berstruktur bainit yang merupakan baja dengan kandungan karbon rendah. Ciri-cirinya dari patahan ulet yaitu:

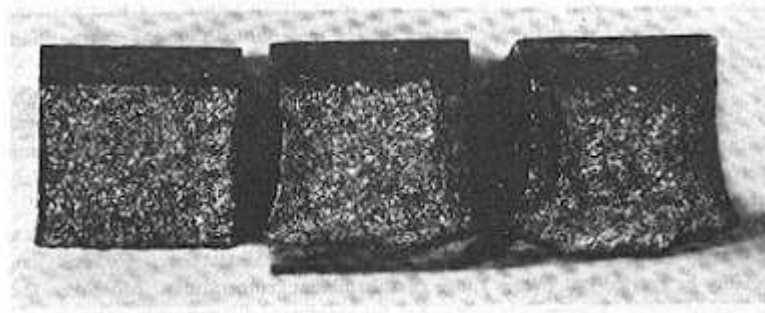
- Ada reduksi luas penampang patahan, akibat tegangan uniaksial.

- Tempo terjadinya patah lebih lama
- Perambatan retak lambat, tergantung pada beban.
- Permukaan patahannya terdapat garis-garis benang serabut (*fibrosa*), berserat, menyerap cahaya, dan penampilannya buram. (Francisco, 2013)



Gambar 2. 7 Hasil Scan Patahan *Ductile*

Sumber : (Widyanto, 2018)



Gambar 2. 8 Patahan Ulet dan Getas

Sumber : [ilustrasi patahan ulet dan getas uji impak - Search Images \(bing.com\)](#)