



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS KALENG MINUMAN
(LARUTAN KALENG MINUMAN (LARUTAN LASEGAR, POCARI
SWEAT DAN COCA COLA)**

SKRIPSI



**FENIMA HALAWA
07135075**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011**

SKRIPSI

**KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS KALENG MINUMAN
(LARUTAN LASEGAR, POCARI SWEAT DAN COCA COLA)**

yang disusun oleh:

**Fenima Halawa
07 135 075**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 05 Juli 2011
Dan dinyatakan telah lulus memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I

**Drs. Sri Mulyadi Dt. Basa, M.Si
NIP. 195208011986101001**

Pembimbing II

**Dra. Yuli Yetri, M.Si
NIP. 196307061990032002**

Ketua Penguji,

**Dr. Dahyunir Dahlan, M.Si
NIP. 196811281995121002**

Anggota Penguji I,

**Arif Budiman, M.Si
NIP. 197311141999031004**

Anggota Penguji II,

**Drs. Alwis Abbas
NIP. 195010011983121001**

Padang, 5 Juli 2011

**Ketua Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Andalas, Padang**



**Arif Budiman, M.Si
NIP. 197311141999031004**

Syallom... 😊

Puji dan Syukur kepada Tuhan yang baik yang sayang dan sangat mengasihiku, berkat dan rancangan Nya yang indah tak pernah putus untuk ku. Trimakasih banyak, tetap menemani ku, walau sering ku mengecewakan Mu. Semoga aku tetap pada Mu, dan menjadikan Mu satu-satunya sandaran hidup ku.

Untuk papa dan mamaqu yang tercinta..... 😊

Trimakasih untuk doa, kasih sayang, semangat dan dukungan yang kalian berikan. Disaat semua orang meninggalkan ku, kalian tetap disini memelukku. Pa aku sangat bangga punya papa sepertimu, yang tak pernah menyerah, yang selalu mengertiku, selalu menghiburku, selalu mengajarku untuk tetap tersenyum... 😊. Mendengarmu bahagia, tertawa, semangat, buatku semangat untuk menjalankan tugas dan kuliah ku. Cepat sembuh y pa... feni sayang papa... 😊 mam, makasih y mam, feni slalu membuatmu khawatir, aku janji gak bakalan membuatmu khawatir lagi, makasih buat doa, waktu, air mata dan segalanya yang selalu mama brian buat feni, sungguh feni tak mampu membalaskannya kepada kalian, karna kalianlah aku bisa begini sekarang. Feni sayang kalian... muach... muach... muach...

Untuk adik-adik ... 😊

Mila, Mili, Desi, Handi, dan Joni trimakasih untuk doa dan cinta kalian pada kakak. Doa kakak kalian terus diberkati, hingga boleh menjadi orang sukses yang baik hati. Handi dan Joni jangan sering berantam y... kakak sayang kalian semua, maaf klo kakak sering buat kalian kecewa dan gak bisa memberikan yang terbaik buat kalian... 😊

Untuk paman, keluarga besarqu... 😊

Paman Harnus, paman Anton, paman Eli, Nenekqu, Tantequ Yuti... 😊

Paman Son dan Tante, Paman Ferry, paman A.Eman n Tante... 😊

Makasih banyak y, bwt doa, dukungan, waktu, arahan dan sebagainya. Feni sayang kalian semua, semoga Tuhan tetap memberkati kalian dan keluarga.

Untuk Lema... ☺

Makasih banget y, buat semangat, bantuan, dan juga marah-marahnya, semoga cepat selesai kuliahmu. Jadilah anak yang baik, yang sayang sama orang tua, keluarga. Rajin berdoa, jangan suka menyerah, dan suka menyekiti orang. Dan satu lagi, jangan suka iri samaku karna orang om lebih sayang samaku dari pada kamu..... weqqq..... :P

Untuk temanku, kurniawan abadi laia... ☺

Trimakasih buat doa, dukungan dan masukan-masukannya... Cepatlah kamu nyusun lagi, biar bisa selesai tahun ini. Jadilah anak yang baik, nurut sama orang tua. Tetap semangat y... Jan suka marah- marah... ☺ rajin beribadah... ☺

Untuk teman-teman.. ☺

Bwt tamariska yang terkasih, kak Fris, Yenni, Jeni, Wasti, Herlin, fifty... makasih y bwt doa, semangat, dan masukan-masukan dari kalian, feni sayang kalian semua... ☺ L'vi dan Yenni... makasih y, kalian selalu ada bwt qu, mksh bwt waktu kalian untuk slalu menjelaskan apa yang aku nggak mengerti, bwt doa dan semangat... feni sayang kalian... muach.. muach.. muach.... ☺

Teman-teman BS 07, Leksi, Nasta, Margaret, Wina, Mei, Ayuk Sipny, Yanto, Desman, Anton, Insaf, dll makasih y kalian dah bantu qu untuk selalu menghibur, memberi semangat dll. Dan buat desman yang selalu setia mengantarkan aku kebukit.. hehehe.... Mksh flend... ☺

Teman SMAqu.. Untuk Deriana, Gane'i, Miner, Suartina, Rismawati, Kristiani dll, mksh y bwt do'a dan semangat dari kalian. Bwt de2k Mercy yg jlek... makasih ya dek, bwt do'a, semangat, waktu, tenaga dll.

KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera...

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas kasih dan penyertaan-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tugas akhir yang berjudul “Karakterisasi Sifat Mekanis Kaleng Minuman (Larutan Lasegar, Pocari Sweat Dan Coca Cola)”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains program S1 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.

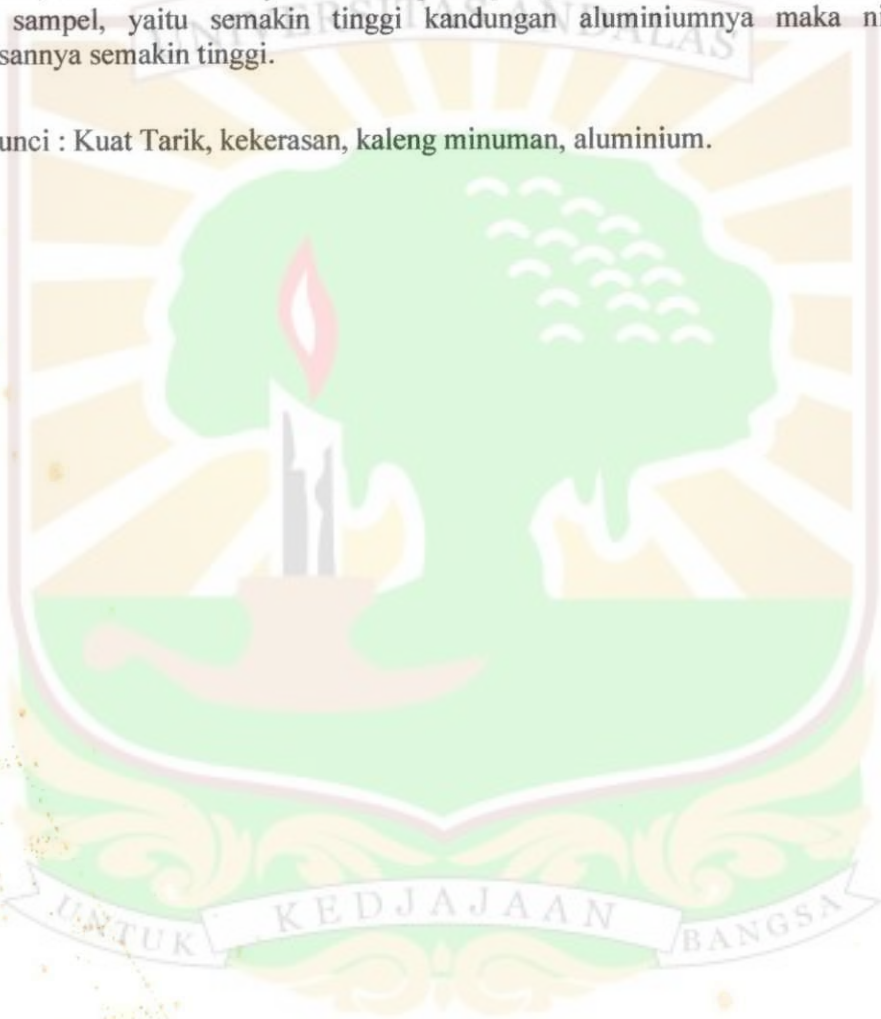
Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut membimbing, membantu dan mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Sri Mulyadi M.Si sebagai pembimbing utama dan Ibuk Dra. Yuli Yetri, M.Si sebagai pembimbing pendamping yang telah memberikan waktu, pikiran, petunjuk, saran dan bantuan selama penyelesaian skripsi serta motivasi dan nasihat.
2. Ketua dan Koordinator *Basic Science* jurusan Fisika FMIPA UNAND, seluruh dosen dan karyawan jurusan FMIPA UNAND yang telah memberikan pendidikan dan bantuan selama di jurusan Fisika FMIPA UNAND.
3. Karyawan Laboratorium Mesin CNC Dan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang, terutama Pak Zul vicar, dan pak Suhardi,

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang Karakterisasi Sifat Mekanis Kaleng Minuman (Larutan Lasegar, Pocari Sweat dan Coca Cola). Pada penelitian ini dibuat 3 variasi sampel yang berbeda. Pengujian yang dilakukan meliputi kekerasan dan kuat tarik. Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai kuat tariknya berbanding terbalik dengan persen kandungan aluminium dalam masing-masing sampel kaleng minuman, yaitu semakin tinggi kandungan aluminium dalam sampel maka kuat tariknya semakin rendah. Pada pengujian kekerasan, nilai kekerasannya sebanding dengan persen kandungan aluminium dalam sampel, yaitu semakin tinggi kandungan aluminiumnya maka nilai kekerasannya semakin tinggi.

Kata kunci : Kuat Tarik, kekerasan, kaleng minuman, aluminium.



ABSTRACT

The research have been done about the characteristic mechanical of kinds of beverage can (larutan lasegar, pocari sweat coca-cola) the research made three different sample. The experimental which cover tensile test and hardness test. The information from the result that price tensile test inversely proportional to content aluminium or each beverage can sample that is obstetric appreciative excelsior aluminium in sample therefore its spectacular strength test gets low. In experiment of strength comparable with percent aluminium content in sample, which is aluminium content excelsior its therefore its violence point excelsior.

Key words: ultimate tensile strength, hardness, beverage cans, Aluminium alloy.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Landasan Teori	4
2.2.1. Aluminium	4
2.2.2. Sifat-sifat Fisik Aluminium	7
2.2.3. Pengujian Mekanik bahan	6
2.2.4. Unsur-unsur paduan Aluminium	9
2.2.5. Aplikasi Paduan Aluminium	10
2.2.6. Bentuk Perpatahan Material	11
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2. Bahan Penelitian	13

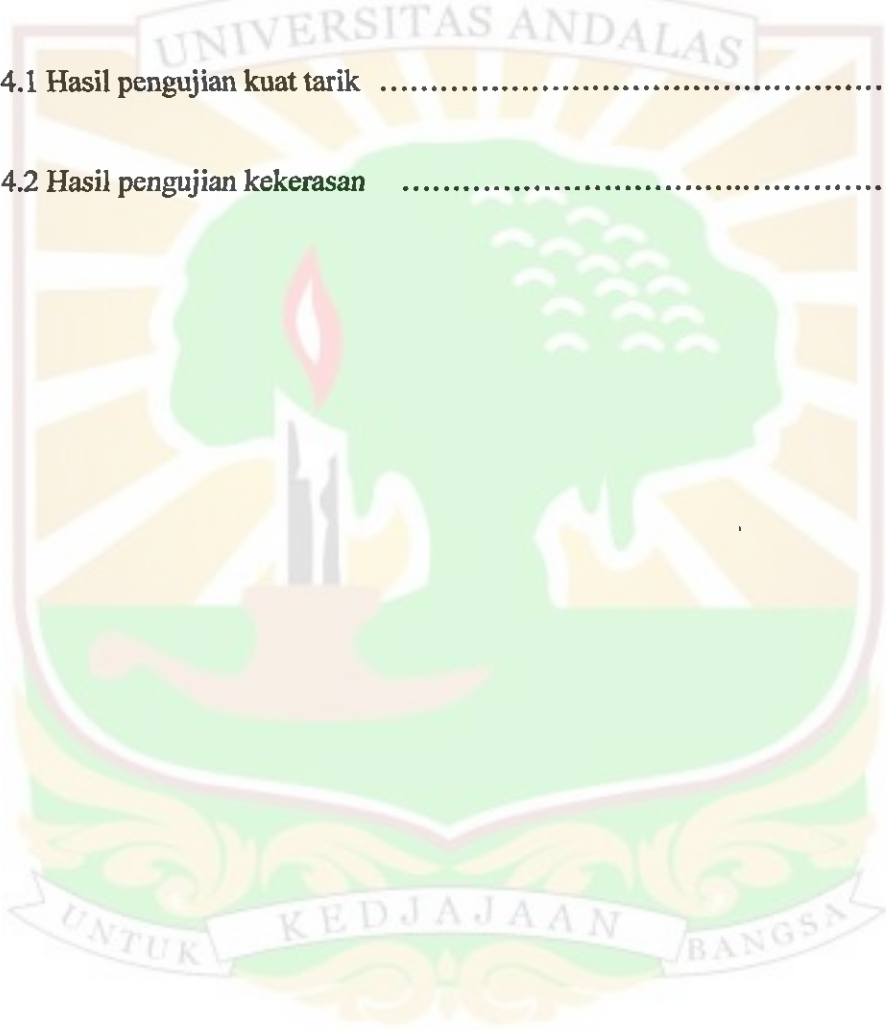
3.3. Alat yang Digunakan	13
3.3.1. Timbangan Gantung	14
3.3.2. Mesin CNC (<i>Computer Numerically Controlled</i>)	14
3.3.3. Alat Uji Tarik	14
3.3.4. Alat Uji Kekerasan	15
3.4. Teknik Penelitian	16
3.4.1. Pengecoran kaleng minuman	16
3.4.2. Pembuatan Sampel	18
3.5. Teknik Pengujian	19
3.5.1 Uji Kekerasan	19
3.5.2 Uji Tarik	19
3.6. Kesulitan-kesulitan	19
3.4. Skema Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Pengujian Mekanik	22
4.2. Bentuk Patahan Sampel Kaleng Minuman	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	28
5.2. Saran	28
DAFTAR KEPUSTAKAAN	29
LAMPIRAN	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengujian Kekerasan Vickers	7
Gambar 2.2 Bentuk Perpatahan Material untuk	12
Gambar 3.1. Sampel Aluminium (Al) bekas	13
Gambar 3.2. Mesin CNC	14
Gambar 3.3. Alat Uji Tarik	15
Gambar 3.4. Alat Uji Kekerasan	15
Gambar 3.5. Gambar sampel uji tarik.....	18
Gambar 3.6. Titik-titik Uji kekerasan	19
Gambar 3.7. Skema Penelitian	21
Gambar 4.1. Grafik jenis-jenis sampel terhadap Kuat Tarik	23
Gambar 4.2. Grafik jenis-jenis sampel terhadap Kekerasan	25
Gambar 4.3 Bentuk Sampel kaleng minuman Sebelum Dilakukan Uji Tarik	26
Gambar 4.4. Bentuk patahan setelah dilakukan Uji Tarik	26
Gambar 4.5 Bentuk patahan permukaan sampel	27

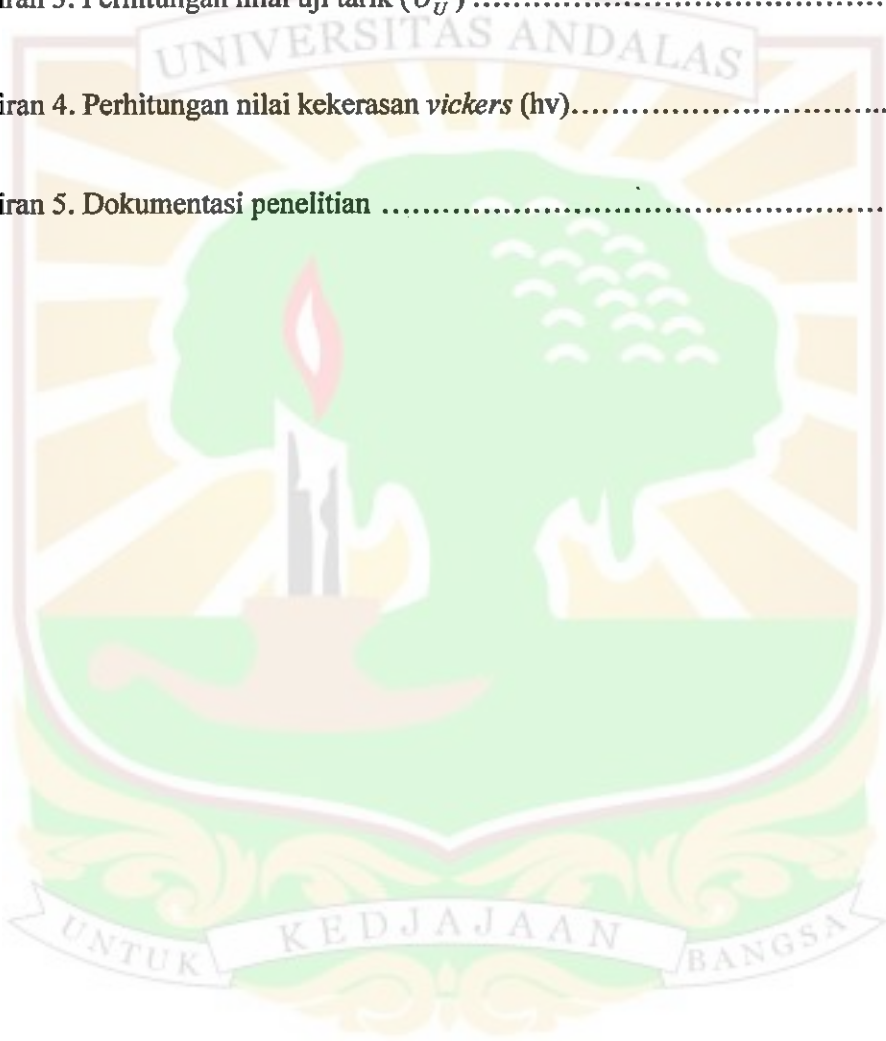
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Massa Jenis Logam	5
Tabel 2.3 Simbol dan Petunjuk Pengujian Kekerasan Vickers	8
Tabel 2.4. Komposisi kimia kaleng minuman aluminium	11
Table 4.1 Hasil pengujian kuat tarik	23
Table 4.2 Hasil pengujian kekerasan	24



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil yang terbaca pada alat Pengujian Kuat Tarik	31
Lampiran 2. Data hasil yang terbaca pada alat Pengujian Kuat Tarik	32
Lampiran 3. Perhitungan nilai uji tarik (σ_U)	33
Lampiran 4. Perhitungan nilai kekerasan <i>vickers</i> (hv).....	35
Lampiran 5. Dokumentasi penelitian	39



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era modernisasi yang terjadi saat ini menuntut manusia untuk melakukan rekayasa guna memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks, tak terkecuali dalam hal teknologi yang berperan penting akan kelangsungan hidup manusia seperti dalam hal rekayasa dan proses perlakuan pada logam yang mempunyai pengaruh vital karena merupakan elemen dasar untuk membuat suatu konstruksi dan juga bahan produksi. Salah satu unsur logam yang sering digunakan dalam konstruksi dan produksi adalah Aluminium.

Aluminium merupakan logam yang memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih ringan dari pada baja, mudah dibentuk, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, dapat menahan masuknya gas, mempunyai konduktivitas panas yang baik dan dapat didaur ulang (Diharjo, 1999). Dengan keunggulan tersebut, maka pemanfaatan material aluminium pada beberapa sektor industri menjadi semakin meningkat. Sehingga pemanfaatan kembali aluminium bekas merupakan salah satu alternatif untuk menanggulangi kelangkaan bahan baku aluminium, selain itu akan lebih menghemat sumber daya alam yang ada (Masyrukan, 2010). Tetapi penggunaan Aluminium murni sebagai bahan kemasan juga mempunyai kelemahan yaitu kekuatan (rigiditasnya) kurang baik dibanding dengan aluminium paduan, sukar disolder sehingga susunannya tidak rapat dan dapat menimbulkan

lubang pada kemasan, harganya lebih mahal dan mudah mengalami perkaratan sehingga harus diberi lapisan tambahan.

Secara komersial penggunaan Aluminium murni tidak menguntungkan, sehingga harus dicampur dengan logam lainnya untuk mengurangi biaya, memperbaiki daya tahannya terhadap korosi dan memperbaiki sifat mekanisnya. Logam-logam yang biasanya digunakan sebagai campuran pada pembuatan kaleng minuman aluminium adalah Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Zn, Cr, Ti dan Al (Novelis.com, 2007). Pengemasan minuman dengan Aluminium yang tidak diberi lapisan dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna dan flavor (Surdia dkk, 1995).

Penelitian tentang kandungan Aluminium dalam beberapa kaleng bekas telah dilakukan dengan beberapa sampel yaitu pocari sweat, larutan cap kaki tiga, greensands, coca-cola, delmonte dan nescafe. Kandungan Aluminium rata-rata dalam beberapa sampel tersebut adalah untuk kaleng Pocari Sweat 12,63%, kaleng larutan Cap Kaki Tiga 6,39%, kaleng Greensands 15,80%, kaleng Coca-Cola 10,33%, kaleng Delmonte 1,60%, dan kaleng Nescafe 7,73% (Manurung dan Ayuningtyas, 2010).

Melihat adanya perbedaan kandungan Aluminium dari beberapa sampel hasil penelitian tersebut, maka penulis ingin meneliti karakterisasi mekanik dari beberapa sampel tersebut, yaitu kaleng Pocari Sweat, kaleng Larutan Lasegar dan kaleng Coca-Cola. Karakterisasi yang akan dilakukan pada sampel-sampel tersebut yaitu uji kekerasan dan uji kuat tarik.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.2.1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik mekanik dari beberapa kaleng minuman yaitu Larutan Lasegar, Pocari Sweat dan Coca-Cola.

1.2.2. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat mengetahui kualitas material hasil pengecoran aluminium bekas yaitu pocari sweat, larutan cap kaki tiga dan coca-cola.

1.2.3. Batasan Masalah

Pada penulisan ini masalah-masalah yang akan dibatasi adalah hal-hal sebagai berikut:

1. Pengecoran aluminium dilakukan di Industri Besi Rumahan, Sungai Puar, Agam, dan penelitian dilakukan di Laboratorium Mesin dan CNC Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.
2. Penelitian ini menggunakan kaleng minuman yang sudah pernah dipakai.
3. Pada penelitian ini, uji yang dilakukan adalah uji sifat mekanik yaitu uji tarik dan uji kekerasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang menganalisis karakterisasi sifat mekanik dan struktur mikro pada logam aluminium (Al) daur ulang dengan penambahan magnesium (Mg) telah dilakukan, yaitu batas optimum penambahan Mg yang dapat meningkatkan nilai kekerasan adalah pada penambahan 1,5 % Wt Mg yaitu 50,51 kg/mm², lalu menurun pada penambahan 2,0 % Wt yaitu 43,83 %. Penambahan magnesium mengalami kenaikan kuat tarik maksimum pada kandungan 1,5 %Wt yaitu 402 kg/mm², lalu menurun kembali pada kandungan 2,0 % Wt yaitu 330 kg/mm² (Wirdana, 2010).

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Aluminium

Aluminium ditemukan oleh Charles M. Hall di Amerika Serikat dan Paul Heroult tahun 1886. Aluminium didapat dari tanah liat jenis bauksit yang dipisahkan lebih dahulu dari unsur-unsur yang lain dengan menggunakan larutan tawas murni sampai menghasilkan oksid aluminium (Al₂O₃), kemudian melalui proses elektrolit oksid aluminium (Al₂O₃) yang dipisahkan dari unsur-unsur zat asam untuk dijadikan cairan aluminium murni sampai mempunyai kandungan aluminium sebesar 99,9% (Amstead, 1997). Aluminium murni adalah logam bukan besi (*non-ferrous*) yang berwarna putih perak, logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara

keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tensil aluminium murni adalah 90 MPa, sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan tensil berkisar 200-600 (MPa). Aluminium memiliki massa jenis 2,7 gr/cm^3 , mudah ditekuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (drawing), dan diekstrusi (Rasyid, 2009).

Logam bukan besi ini dibagi dalam dua golongan menurut massa jenisnya, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat adalah logam yang mempunyai massa jenis di atas 5 g/cm^3 sedangkan logam ringan adalah logam yang massa jenisnya kurang dari 5 g/cm^3 . Massa jenis dari masing-masing logam bukan besi dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Massa Jenis Logam (Sumber: Amstead, 1997).

Logam	Massa Jenis (g/cm^3)
Aluminium	2.643
Tembaga	8.906
Kuningan	8.750
Timah hitam	11.309
Magnesium	1.746
Nikel	8.703
Seng	7.144
Besi	7.897
Baja	7.769
Mangan	7.210

2.2.2. Sifat-sifat Fisis Aluminium

Sifat fisis aluminium murni yaitu berwujud padat, dengan massa jenis 2,70 gram/cm^3 dan pada wujud cair yaitu 2,375 gram/cm^3 . Titik lebur dari aluminium murni yaitu 933,47 K, 660,32°C, 1220,58°F dengan titik didih yaitu 2792 K, 2519°C 4566°F. Modulus young aluminium murni adalah 70 Gpa dan modulus

gesernya yaitu 26 Gpa. Kekerasan dari aluminium murni yaitu untuk kekerasan skala Mohs yaitu 2,75, untuk kekerasan skala Vickers yaitu 167 Mpa, dan untuk kekerasan skala Brinell yaitu 250 Mpa.

2.2.3. Pengujian Mekanik Bahan

Sifat mekanik merupakan salah satu sifat terpenting dari aluminium karena sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan untuk menerima beban atau gaya tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan tersebut. Deformasi terjadi bila bahan mengalami gaya. Selama deformasi, bahan menyerap energi sebagai akibat adanya gaya yang bekerja sepanjang jarak deformasi.

a. Kekerasan (*hardness*)

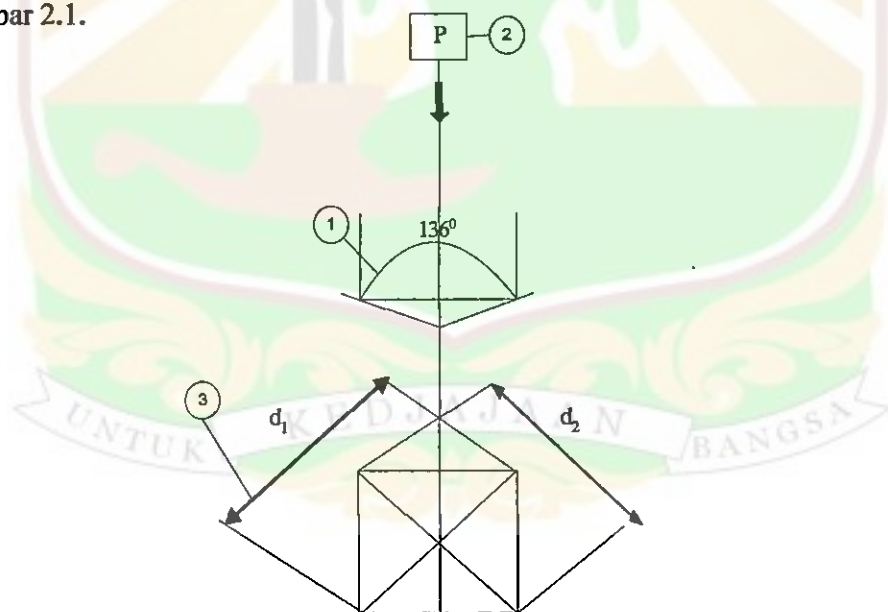
Kekerasan (*hardness*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan atau material untuk tahan terhadap penggoresan dan pengikisan dari material lain yang lebih keras. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menekan sebuah indentor ke permukaan benda uji. Prinsip pengujian kekerasan ini yaitu pada permukaan material dilakukan penekanan dengan indentor sesuai dengan parameter (diameter, beban dan waktu). Berdasarkan prinsip bekerjanya metode uji kekerasan dengan cara indentasi atau penekanan dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu: metode Brinell, metode Vickers dan metode Rockwell (Nugroho, 2010).

Dalam tulisan ini penulis hanya membahas tentang metode Vickers. Pengujian kekerasan dengan metode Vickers merupakan salah satu metode pengujian kekerasan dengan cara penekanan. Proses penekanan ini dimaksudkan untuk membentuk penetrasi pada permukaan bahan uji yang akan dianalisis untuk menentukan tingkat kekerasan dari bahan tersebut. Penetrasi ini merupakan

bentuk perubahan dari bahan uji yang disebabkan oleh pembebanan, dimana beban yang diberikan dalam pengujian ini tidak mengakibatkan rusak atau pecahnya benda uji itu sendiri.

Pada pengujian kekerasan metode Vickers dilakukan dengan menggunakan indentor dari bahan diamond atau intan yang berbentuk pyramid dengan sudut arah diagonal 136° . Vickers memberikan pembebanan yang sangat kecil yakni dengan tingkatan beban 5 kg; 10 kg; 20 kg; 30 kg; 50 kg, 100 kg dan 120 kg. Hasil penekanannya berupa jejak berbentuk bujur sangkar berdiagonal. Hasil penjejakan tersebut diukur dengan mikroskop. Metode Vickers ini dapat digunakan pada semua logam, logam paduan dan keramik, namun kelemahannya yaitu bekas injakan sangat kecil (Sumber : ASTM E 92-82).

Bentuk pengujian menggunakan metode Vickers dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pengujian Kekerasan Vickers (Sumber: ASTM E 92-82)

Keterangan Gambar 2.2 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Simbol dan Petunjuk Pengujian Kekerasan Vickers (Sumber: ASTM E 92-82)

Nomor	Simbol	Petunjuk
1	—	Sudut arah diagonal yang dihasilkan oleh indentor intan berbentuk pyramida (136°)
2	P	Beban Pengujian dalam kilogram
3	d	Nilai rata-rata dua diagonal d_1 dan d_2

Angka kekerasan Vickers (HV) dinyatakan sebagai beban P dibagi dengan luas permukaan lekukan.

Rumus angka kekerasan Vickers adalah:

$$HV = \frac{2P \sin\left(\frac{136^\circ}{2}\right)}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

HV = kekerasan Vickers (kg/mm^2)

d_1 = panjang diagonal 1 dari jejak penekanan (mm)

d_2 = panjang diagonal 2 dari jejak penekanan (mm)

\bar{d} = panjang diagonal rata-rata dari jejak penekanan (mm)

P = beban (kg)

θ = sudut arah diagonal yang dihasilkan oleh indentor intan yang berbentuk pyramida (136°)

b. Kekuatan (*strength*)

Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan tersebut menjadi patah. Kekuatan ada beberapa macam tergantung dari gaya yang bekerja, yaitu kekuatan tarik (*Tensile Strength*), kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi dan kekuatan lengkung. Dalam tulisan ini penulis hanya membahas tentang kekuatan uji tarik. Uji tarik adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar, dengan menarik suatu bahan akan segera diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan. Untuk menghitung besarnya kekuatan tarik dari benda uji, maka bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_U = \frac{P_{\max}}{A_0} \text{ (kg / mm}^2\text{)} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

- σ_U = Kekuatan tarik (kg/mm²)
- P_{\max} = beban tarik maksimum (kg)
- A_0 = luas penampang awal (mm²)

2.2.4. Unsur-unsur Paduan Aluminium

- a. Besi (Fe) : Penambahan unsur besi pada aluminium dapat mengurangi terjadinya keretakan panas.
- b. Mangan (Mn) : Penambahan unsur mangan dapat memperbaiki *ductility* pada aluminium.

- c. Silikon (Si) : Penambahan unsur silikon akan mempengaruhi aluminium tahan terhadap korosi tetapi sulit *dimachining*.
- d. Cupper (Cu) : unsur cupper dapat mempengaruhi aluminium mudah *dimachining*.
- e. Magnesium (Mg) : penambahan unsur magnesium dapat memperbaiki sifat kekuatan, tetapi sulit pada pekerjaan proses penuangan.

Zincum (Zn) : penambahan unsur seng akan mempengaruhi sifat aluminium tahan terhadap korosi dan mengurangi terjadinya keretakan panas dan pengerutan.

Adapun nama-nama logam paduan aluminium adalah *hydronalium*, yaitu logam yang terbentuk dari penambahan unsur paduan jenis magnesium sebesar 4% sampai dengan 10% pada aluminium murni, sehingga logam tersebut mempunyai sifat tahan terhadap air laut. *Silumin*, yaitu terbentuk dari penambahan unsur paduan jenis silisum (Si) sebesar 12% sampai dengan 13% pada aluminium murni, sehingga logam tersebut mempunyai sifat mudah dituang, resistensi tinggi terhadap korosi sehingga bermanfaat dalam lingkungan lembab. *Duralumin*, yaitu terbentuk dari penambahan unsur paduan jenis Cupper (Cu) sebesar 1,5%, mangan sebesar 1,5% dan magnesium 2,5% pada aluminium murni. *Extra Super-Duralumin*, yaitu terbentuk dari penambahan unsur paduan jenis Zn sebesar 5% sampai dengan 6%, Mg sebesar 2% (Hardi, dkk, 2009).

2.2.5. Aplikasi Paduan Aluminium

Aluminium adalah logam kedua terbanyak di bumi setelah silicon (Daryus A, 2008). Aluminium digunakan di jutaan aplikasi, diantaranya kaleng minuman,

alat rumah tangga, peralatan pemrosesan kimia, peralatan transmisi daya listrik, komponen otomotif dan komponen pesawat ruang angkasa (Hartomo, 1992). Aluminium untuk kaleng minuman, terbentuk dari beberapa penambahan unsur paduan yang ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Komposisi kimia kaleng minuman aluminium (novelis.com, 2007)

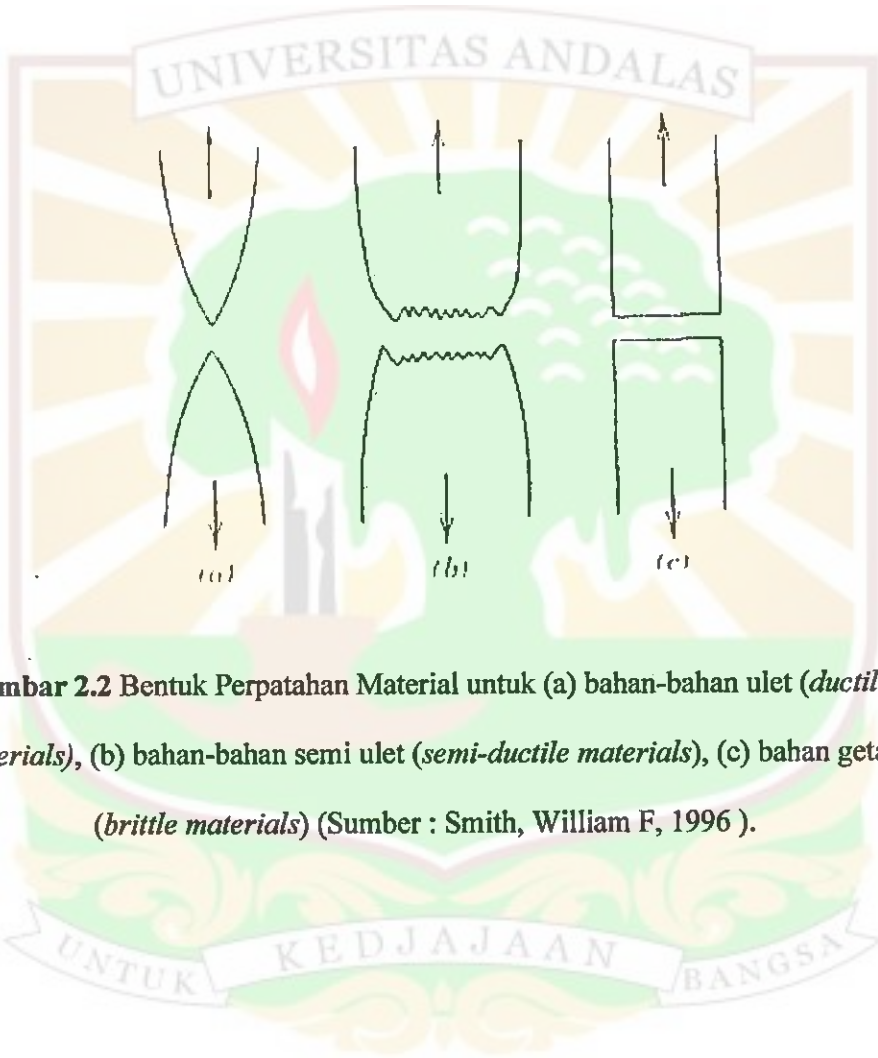
Bagian Kaleng	Komposisi (%wt)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Lainnya	Al
Body	0,6	0,8	0,15	1,1	1,00	0,25	-	0,1	0,15	95,85
Cover	0,2	0,35	0,15	0,35	0,35	0,25	0,1	0,1	0,15	97,65
Seal	0,2	0,35	0,15	0,35	0,35	0,25	0,1	0,1	0,15	97,65

2.2.6. Bentuk Perpatahan Material

Bentuk perpatahan material setelah dilakukan uji tarik, untuk masing-masing material mempunyai bentuk patahan yang berbeda. Untuk bentuk patahan bahan-bahan ulet (*ductile materials*) mempunyai ciri-ciri yaitu adanya reduksi atau pengurangan luas penampang patahan, waktu patah lebih lama dan daerah patahan lebih halus dan berserabut.

Bentuk patahan untuk bahan-bahan semi ulet (*semi-ductile materials*) mempunyai ciri-ciri yaitu ada pengurangan luas penampang tetapi pengurangannya tidak seperti pada bahan ulet dan waktu patahnya relatif lebih cepat dari bahan-bahan ulet. Bentuk patahan untuk material bahan getas (*brittle*

materials) mempunyai ciri-ciri yaitu, tidak ada reduksi atau pengurangan luas penampang patahan, Patahan tampak lebih mengkilap dan bidang patahan relatif tegak lurus terhadap tegangan tarik. Sampel hasil pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa tampilan perpatahan seperti di ilustrasikan oleh Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bentuk Perpatahan Material untuk (a) bahan-bahan ulet (*ductile materials*), (b) bahan-bahan semi ulet (*semi-ductile materials*), (c) bahan getas (*brittle materials*) (Sumber : Smith, William F, 1996).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengecoran kaleng minuman bekas dilakukan pada bulan Maret 2011 di Industri Besi Rumahan, Sungai Puar, Agam dan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mesin dan CNC Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.

3.2. Bahan Penelitian

Aluminium (Al) bekas, sampel yang diambil merupakan aluminium yang sudah tidak terpakai lagi yang kemudian dilebur menjadi padatan yaitu kaleng minuman coca cola, pocari sweat dan larutan cap kaki tiga.



Gambar 3.1. Sampel kaleng minuman bekas

3.3. Alat yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Timbangan
2. Mesin CNC
3. Alat Uji Tarik
4. Alat Uji Kekerasan (*Vickers Hardness Test*)

3.3.1. Timbangan Gantung

Timbangan gantung digunakan untuk menimbang kaleng minuman bekas yang sudah dikempesin.

3.3.2. Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*)

Mesin CNC ini digunakan untuk membuat sampel uji tarik. Spesifikasi alat adalah sebagai berikut :

- Tipe : TU, CNC-2A
- Motor : 220-240 V; 50/60Hz; 700 W
- No : 480.0025

Mesin CNC yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.4.



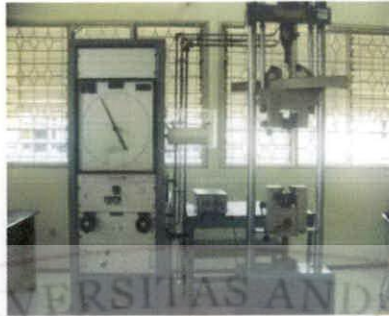
Gambar 3.2. Mesin CNC

3.3.3. Alat Uji Tarik

Untuk mengetahui kuat tarik benda uji digunakan alat uji tarik. Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- Tipe : 448.0002
- Kapasitas : 10 Ton
- Merek : Cesare Galdabini

Alat uji tarik dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.3. Alat Uji Tarik

3.3.4. Alat Uji Kekerasan

Untuk mengetahui kekerasan benda uji digunakan alat uji kekerasan Vickers (*Vickers Hardness Test*). Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

- a. Tipe : 0M 150
- b. Penetrasi : intan piramida
- c. Beban : 30 kg

Alat uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.4. Alat Uji Kekerasan

3.4. Teknik Penelitian

3.4.1 Pengecoran kaleng minuman

Langkah-langkah untuk proses pengecoran adalah sebagai berikut:

- a. Penyiapan bahan
- b. Pembuatan cetakan
- c. Peleburan kaleng aluminium
- d. Menuang
- e. Membongkar
- f. Membersihkan coran

a. Penyiapan bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah kaleng-kaleng minuman bekas yang telah dibuang atau bekas pakai. Peneliti membeli dari tempat penampungan kaleng-kaleng minuman bekas, dan sebagian dicari sendiri.

b. Pembuatan Cetakan

Pada penelitian ini cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir untuk sampel uji kekerasan. Cetakan pasir yang digunakan yaitu batu bata yang sudah siap dicetak. Batu bata yang sudah siap dicetak diambil dan kemudian dilubangi atau dibentuk dengan ukuran 3 cm x 3 cm x 1 cm. Cetakan pasir dibuat untuk cetakan sampel uji kekerasan, tetapi untuk sampel uji tarik digunakan cetakan logam, yaitu berupa pipa yang terbuat dari besi dengan diameter 2 cm dan panjang 20 cm.

c. Peleburan Kaleng Aluminium

Untuk uji kekerasan dan uji tarik dibutuhkan total massa kaleng aluminium adalah 6 kg, dari setiap jenis sampel dibutuhkan 2 kg. Untuk menghemat waktu peleburan maka kaleng aluminium terlebih dahulu dikempesin menjadi tipis. Wadah yang digunakan untuk memanaskan kaleng aluminium adalah besi.

d. Menuang

Kaleng aluminium yang sudah dilebur tersebut dituang dalam cetakan dengan cara menjepit wadah yang berisi coran kaleng aluminium dengan menggunakan penjepit yang terbuat dari besi.

e. Membongkar

Membongkar atau mengeluarkan coran dari cetakan dilakukan setelah coran membeku dalam cetakan. Untuk cetakan pasir dengan cara memukul cetakan dengan palu sampai cetakan pasir hancur dan coran dapat diambil menggunakan penjepit yang terbuat dari besi. Untuk cetakan yang terbuat dari logam (besi), dengan cara menggerinda cetakan tersebut sampai tipis, kemudian dipukul dengan palu, sehingga coran dapat dikeluarkan.

f. Membersihkan coran

Dari hasil penuangan terdapat tumpahan coran pada cetakan, untuk menjadikan coran dengan ukuran semula, coran tersebut dibersihkan dengan cara memotong tumpahan coran yang menempel pada coran yang diinginkan dengan menggunakan gergaji besi.

3.4.2. Pembuatan Sampel

Setelah selesai proses pengecoran, langkah selanjutnya adalah membuat sampel uji kekerasan dan uji tarik. Banyak sampel uji kekerasan yaitu 3 buah dan sampel uji tarik 6 buah.

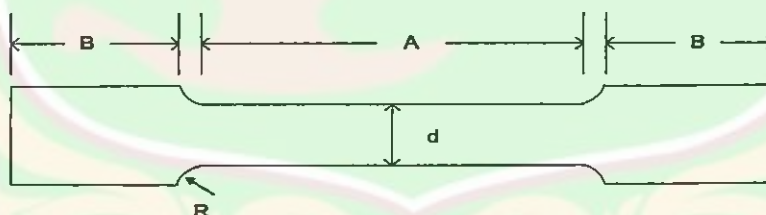
a. Sampel Uji kekerasan

Ukuran sampel uji kekerasan yaitu 3 cm x 3 cm x 1 cm untuk masing-masing jenis kaleng aluminium yaitu pocary sweet, coca cola dan larutan lasegar.

b. Sampel Uji tarik

Untuk pembuatan sampel uji tarik menggunakan mesin CNC. Ukuran sampel uji tarik adalah sebagai berikut:

- Diameter = 1 cm
- Jari-jari potongan tipis = 0,6 cm
- Panjang bagian pencekam = 9,8 cm
- Panjang bagian pengurangan = 11,2 cm



Gambar 3.5. Gambar sampel uji tarik berdasarkan standar ASTM E8-01

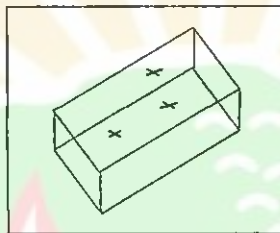
Keterangan gambar 3.5:

- d** = diameter bagian pengurangan (cm)
- B** = panjang bagian pencekam (cm)
- A** = panjang bagian pengurangan (cm)
- R** = jari-jari potongan tipis (cm)

3.5. Teknik Pengujian

3.5.1 Uji Kekerasan

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode Vickers dengan pembebanan yang diberikan sebesar 30 kg. Pembebanan untuk tiap sampel dilakukan sebanyak 3 titik pada permukaan sampel. Gambar 3.6 menunjukkan titik-titik uji kekerasan.



Gambar 3.6. Titik-titik Uji kekerasan

3.5.2 Uji Tarik

Pada penelitian ini juga dilakukan uji tarik untuk melihat kekuatan maksimum dari masing-masing sampel. Untuk masing-masing sampel dilakukan dua kali uji tarik. Beban maksimum alat uji tarik yang digunakan pada penelitian ini yaitu 10 ton.

3.6. Kesulitan-kesulitan

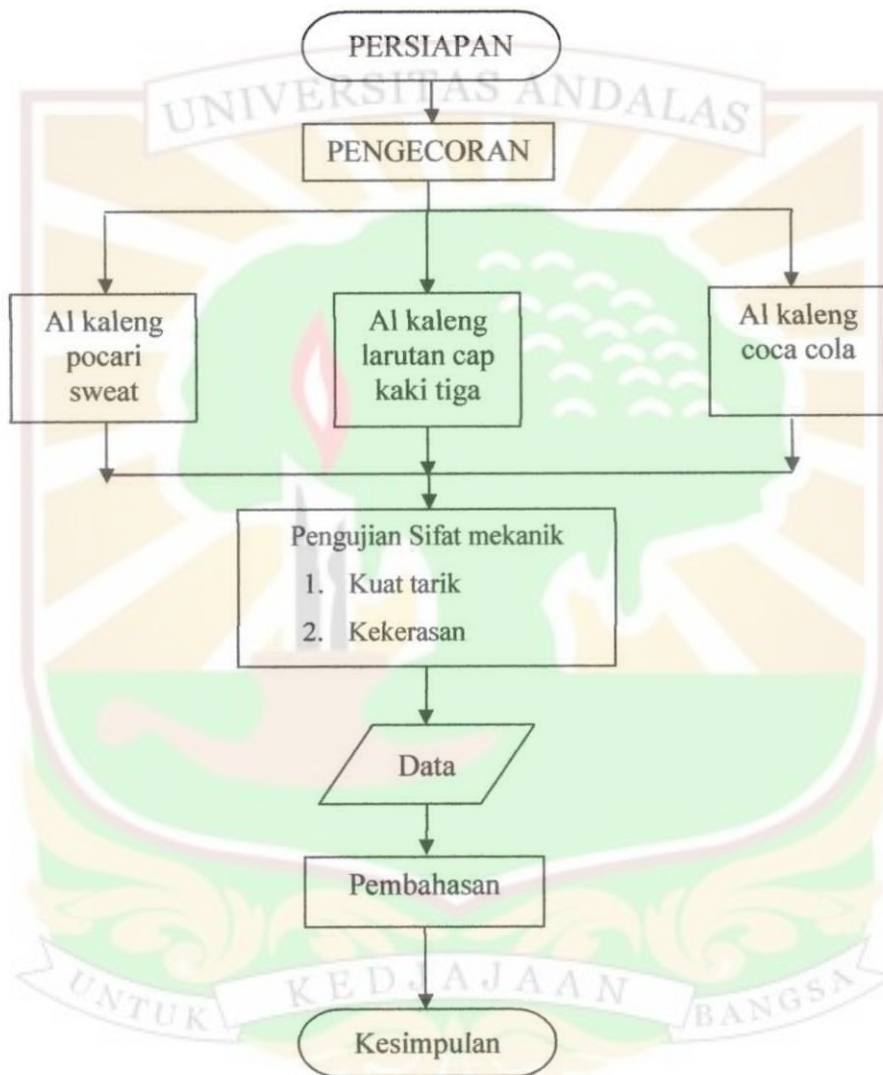
Pada penelitian ini kesulitan-kesulitan yang dialami oleh peneliti adalah mulai dari pengumpulan sampel, karena sampelnya dipilih sesuai dengan merek yang telah ditentukan. Tetapi karena sampel yang telah ditentukan tersebut sulit untuk didapatkan maka peneliti memutuskan untuk mengganti sampel yang susah didapat tersebut. Untuk melakukan pengecoran peneliti juga mengalami kesulitan, karena harus melakukan pengecoran ditempat yang jauh dari lingkungan kampus,

mulai dari membawa sampelnya dan juga untuk mencari transportasi sehingga dapat sampai ketempat pengecoran. Untuk mengatasi masalah ini peneliti belum mendapatkan cara untuk menyelesaikannya. Pada saat pengujian peneliti juga mengalami masalah pada biaya pengujiannya, sehingga peneliti memutuskan untuk mengurangi sampel dan pengujian sehingga tidak mengeluarkan biaya yang terlalu mahal.



3.6. Skema Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian secara garis besar ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Skema Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

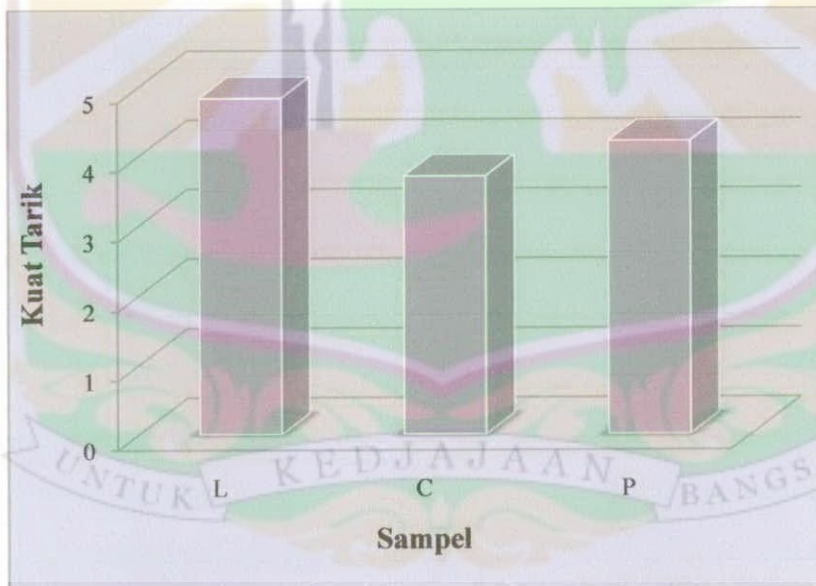
Pada bab ini akan dibahas hasil pengujian sifat mekanik material meliputi pengujian kekerasan dan pengujian kuat tarik. Masing-masing hasil pengujian dianalisis dengan melihat hubungan kandungan aluminium dari masing-masing sampel dengan kuat tarik dan kekerasannya. Selain itu juga akan dibahas tentang bentuk patahan material setelah dilakukan uji tarik.

4.1. Hasil Pengujian Mekanik

Pada material uji yang telah dicor dilakukan pengujian sifat mekanik yaitu uji kuat tarik dan kekerasan. Pengujian kuat tarik dilakukan sebanyak dua kali untuk masing-masing variasi. Nilai kuat tarik diambil dari rata-rata sampel yang diuji. Untuk pengujian kekerasan dilakukan sebanyak tiga titik untuk masing-masing sampel dengan menggunakan alat uji kekerasan Vickers. Masing-masing sampel diambil kekerasan rata-ratanya dari tiga titik yang diuji. selanjutnya data hasil kuat tarik dan kekerasan diplot dalam kurva. Hasil pengujian kekerasan dan kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Grafik untuk pengujian kuat tarik dan pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

Table 4.1. Data hasil perhitungan kuat tarik

No.	Jenis material	F_{\max} (kg)	A_0 (mm) ²	Kuat tarik (rata-rata) kg/mm ²	Kandungan (Al) %
1.	Al(L)	145	50,24	4,846	6,39
		342	50,24		
2.	Al(C)	179	50,24	3,711	10,33
		194	50,24		
3.	Al(P)	291	50,24	4,219	12,63
		133	50,24		

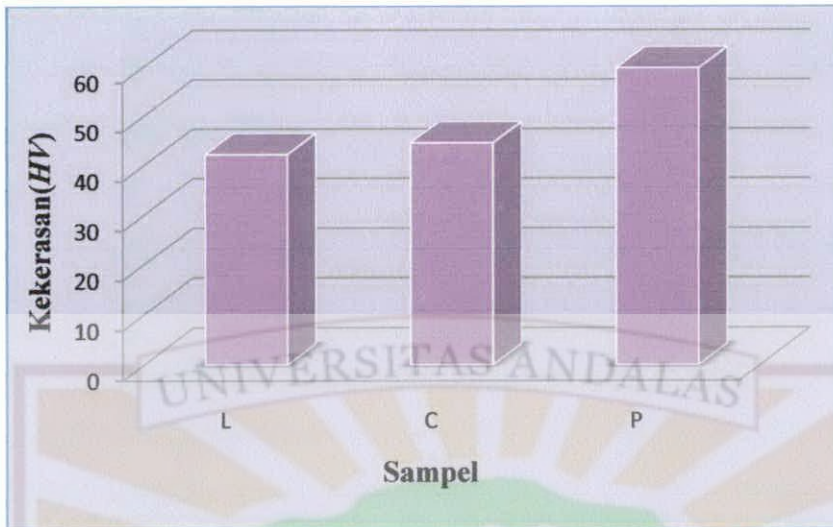
**Gambar 4.1.** Grafik jenis-jenis sampel terhadap Kuat Tarik

Untuk pengujian kuat tarik, kaleng minuman (L) dengan kandungan aluminium yaitu 6,39 % beban maksimal rata-ratanya yaitu 243,5 kg dengan nilai

kuat tarik rata-rata sebesar $4,846 \text{ kg/mm}^2$. Pada kaleng minuman (C) kandungan aluminium 10,33 % mengalami penurunan kuat tarik yaitu $3,711 \text{ kg/mm}^2$ dengan beban maksimal rata-ratanya yaitu 186,5 kg. Pada kaleng minuman (P) dengan kandungan aluminium 12,63 % mengalami kenaikan dengan beban maksimal yaitu 212 kg dan kuat tarik $4,219 \text{ kg/mm}^2$. Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa semakin tinggi kandungan aluminium dari sampel maka nilai kuat tariknya semakin rendah, tetapi pada sampel ketiga (P) mengalami kenaikan nilai kuat tarik ini diperkirakan kandungan atau komposisi dari kaleng minuman tersebut memiliki komposisi yang berbeda dari sampel sebelumnya.

Table 4.2. Data hasil perhitungan kekerasan

No	Nama Material	Titik Pengujian	P (kg)	Hasil pengukuran	HV (kg/mm^2)	\overline{HV} (kg/mm^2)	Kandungan (Al) %
				\bar{d}			
1.	Al(L)	1	30	1,2	38,633	42,224	6,39
		2	30	1,15	42,065		
		3	30	1,1	45,976		
2.	Al(C)	1	30	1,025	52,951	44,549	10,33
		2	30	1,2	38,633		
		3	30	1,15	42,065		
3.	Al(P)	1	30	1,0	55,632	59,724	12,63
		2	30	0,925	65,019		
		3	30	0,975	58,521		



Gambar 4.2. Grafik jenis-jenis sampel terhadap Kekerasan

Untuk pengujian kekerasan (*HV*) dari masing-masing sampel didapatkan nilai kekerasan rata-ratanya yaitu pada hasil pengujian kaleng minuman (L) mendapatkan nilai kekerasan rata-ratanya yaitu $42,224 \text{ kg/mm}^2$ dengan kandungan aluminium 6,39 %. Pada pengujian sampel kaleng minuman (C) nilai kekerasan rata-ratanya yaitu $44,549 \text{ kg/mm}^2$ dengan kandungan aluminium 10,33 %. Pada pengujian kaleng minuman (P) nilai kekerasan rata-ratanya yaitu $59,724 \text{ kg/mm}^2$ dengan kandungan aluminium yaitu 12,63 %. Dari hasil pengujian mekanik kekerasan (*HV*) pada masing-masing sampel kita dapat melihat perbedaan kekerasannya dari gambar 4.2 yaitu semakin banyak kandungan aluminium maka nilai kekerasannya semakin tinggi.

4.2. Bentuk Patahan Sampel Kaleng Minuman

Pada penelitian ini juga dilakukan pengambilan gambar sampel pengujian sifat mekanis pada bahan. Pengambilan gambar dilakukan pada saat sebelum

melakukan uji tarik dan sesudah melakukan uji tarik. Bentuk sampel sebelum dilakukan pengujian kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan bentuk patahan sampel setelah dilakukan pengujian kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Bentuk Sampel kaleng minuman Sebelum Dilakukan Uji Tarik



Gambar 4.4. Bentuk patahan setelah dilakukan Uji Tarik



Gambar 4.5 Bentuk patahan permukaan sampel

Hasil patahan kaleng minuman setelah dilakukan uji tarik jika dibandingkan dengan teori yaitu pada Gambar 2.2. (Smith, William F, 1996), bentuk patahan ini termasuk kepada jenis patahan bahan-bahan semi ulet (*semi-ductile materials*) jika dilihat secara kasat mata bahwa tidak adanya pertambahan panjang, karena pertambahan panjang yang dihasilkan cukup kecil sekali.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara umum nilai kekerasan dan kuat tarik dari masing-masing variasi sampel kaleng minuman berbanding terbalik yaitu pada uji tarik semakin tinggi kandungan aluminium dalam sampel maka nilai kuat tariknya semakin rendah, dan untuk pengujian kekerasan semakin tinggi kandungan aluminium dalam sampel maka kekerasannya semakin tinggi.
2. Nilai kuat tarik dari masing-masing sampel yaitu sampel (L) sebesar 4,846 kg/mm², sampel (C) sebesar 3,711 kg/mm² dan untuk sampel (P) yaitu 4,219 kg/mm². Nilai kekerasan dari masing-masing sampel yaitu sampel (L) sebesar 42,224 kg/mm², untuk sampel (C) sebesar 44,549 kg/mm², dan untuk sampel (P) sebesar 59,724 kg/mm².
3. Jenis patahan permukaan sampel setelah dilakukan uji tarik termasuk jenis patahan bahan semi ulet (*semi-ductile materials*).

5.2. Saran

Untuk mengetahui sifat mekanik dari kaleng minuman selain beracuan pada persen kandungan aluminiumnya maka dapat juga ditentukan dengan mengetahui komposisi kimia dari masing-masing sampel. Untuk itu disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lanjutan dengan menentukan komposisi kimia dari sampel sebelum melakukan pengujian sifat mekanik material.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

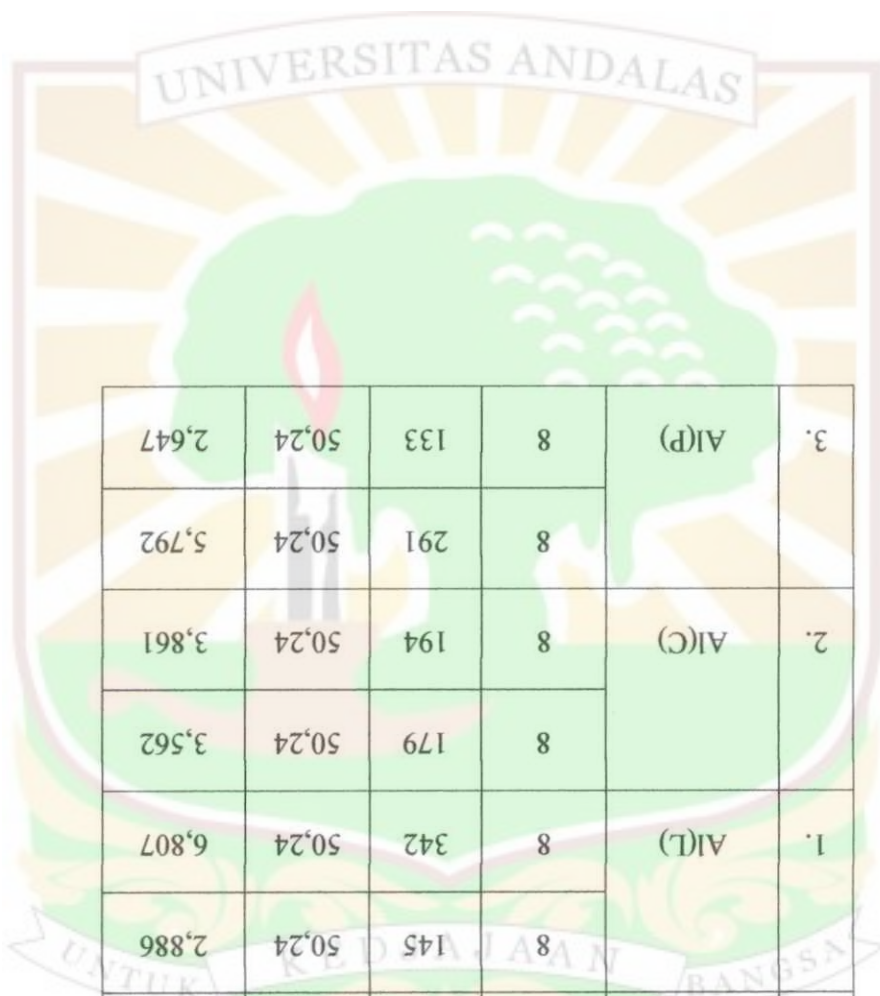
- Amstead, B.H, dkk. 1997. *Teknologi Mekanik Jilid I Edisi Ke-tujuh Versi S*. Erlangga: Jakarta.
- Akhmad H. 2009. *buku panduan praktikum karakterisasi material 1 pengujian merusak (destructive testing)*. Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Asminar, Dahlan H. 2000. *Analisis Komposisi Logam Paduan Al dan mg Produk Tuang Dengan Menggunakan Metode AAS*. ISSN 0852-4777.
- Budiono. 2009. *Analisis Sifat fisis Dan Mekanis Alumunium Paduan Al, Si, Cu Dengan Cetakan Pasir*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Daryus, Asyari. 2008. *Proses Produksi*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Darma Persada: Jakarta.
- Gere, James M. 1972. *Mekanika Bahan*. Erlangga: Jakarta.
- Jensen, Alfred, dkk. 1991. *Kekuatan Bahan Terapan Edisi Ke-empat*. Erlangga: Jakarta.
- Manurung, M. dan Ayuningtyas, I.F., 2010, *Kandungan Aluminium Dalam Kaleng Bekas dan Pemanfaatannya Dalam Pembuatan Tawas*, <http://www.ejournal.unud.ac.id/abstrak/j-kim-4-2-10.pdf>, diakses 19 Maret 2010.
- Masyrukan. 2010. *Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Aluminium (Al) Paduan Daur Ulang Dengan Menggunakan Cetakan Logam Dan Cetakan Pasir*. Teknik mesin universitas muhammadiyah Surakarta.
- Rasyid, M, dkk. 2009. *Aluminium Murni dan Paduan*. <http://www.scribd.com/doc/25300537/makalah.aluminium>, diakses tanggal 02 Maret 2011.
- Sugianto, 2010, *pembuatan mmc berbasis teknologi metalurgi serbuk Dengan bahan baku aluminium dari limbah kaleng Minuman dan aditif abu sekam padi*. <http://journal.unnes.ac.id/index.php/JPM/article/view/148>, diakses tanggal 22 Juni 2010.
- Surdia, Tata. 1995. *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT. Prapadiya Paramita: Jakarta.

Van Vlack, Lawrence H. 1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jurusan Metalurgi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Wirdana, Fra Yudi. 2011. *Analisis Karakterisasi Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Logam Aluminium (Al) Daur Ulang Dengan Penambahan Magnesium (Mg)*, Tugas Akhir Program S-1 Fisika Fakultas MIPA Universitas Andalas, Padang.

Yuswono. 2002. *Pengaruh Kandungan Inklusi dan Porositas Terhadap Kegagalan Produk Kabel Tembaga Melalui Pengerjaan Drawing Kawat*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan.





No.	Jenis material	D (mm)	F _{max} (kg)	A (mm) ²	Teg-Max (kg/mm ²)
1.	Al(L)	8	145	50,24	2,886
		8	342	50,24	6,807
2.	Al(C)	8	179	50,24	3,562
		8	194	50,24	3,861
3.	Al(P)	8	291	50,24	5,792
		8	133	50,24	2,647

Tabel 1. Data hasil yang terbaca pada alat Pengujian Kuat Tarik

LAMPIRAN I

LAMPIRAN II

Tabel 2. Data hasil yang terbaca pada alat Pengujian Kekerasan

No	Nama Material	Titik Pengujian	P (kg)	Hasil pengukuran	
				d ₁	d ₂
1.	Al(L)	1	30	1,2	1,2
		2	30	1,2	1,1
		3	30	1,1	1,1
2.	Al(C)	1	30	1,0	1,05
		2	30	1,2	1,2
		3	30	1,2	1,1
3.	Al(P)	1	30	1,0	1,0
		2	30	0,9	0,95
		3	30	1,0	0,95

LAMPIRAN III

PERHITUNGAN NILAI UJI TARIK (σ_U)

1. Untuk kaleng minuman C (Coca-Coloa) :

- $P_{\max} = 179 \text{ kg}$

Diameter = 8 mm

Jari-jari = 4 mm

$$\sigma_{U1} = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{179 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 3,562 \text{ kg/mm}^2$$

- $P_{\max} = 194 \text{ kg}$

Diameter = 8 mm

Jari-jari = 4 mm

$$\sigma_{U2} = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{194 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 3,861 \text{ kg/mm}^2$$

- Tegangan maksimal rata-ratanya :

$$\sigma_{U \text{ rata-rata}} = \frac{\sigma_{U1} + \sigma_{U2}}{2} = 3,711 \text{ kg/mm}^2$$

2. Untuk kaleng minuman P (Pocary Sweat):

- $P_{\max} = 291 \text{ kg}$

Diameter = 8 mm

Jari-jari = 4 mm

$$\sigma_{U1} = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{291 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 5,792 \text{ kg/mm}^2$$

- $P_{\max} = 133 \text{ kg}$

Diameter = 8 mm

$$\text{Jari-jari} = 4 \text{ mm}$$

$$\sigma_{U2} = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{133 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 2,647 \text{ kg/mm}^2$$

- Tegangan maksimal rata-ratanya :

$$\sigma_{U \text{ rata-rata}} = \frac{\sigma_{U1} + \sigma_{U2}}{2} = 4,219 \text{ kg/mm}^2$$

3. Untuk kaleng minuman L (Larutan Lasegar) :

- $P_{\max} = 145 \text{ kg}$

$$\text{Diameter} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Jari-jari} = 4 \text{ mm}$$

$$\sigma_{U1} = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{145 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 2,886 \text{ kg/mm}^2$$

- $P_{\max} = 342 \text{ kg}$

$$\text{Diameter} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Jari-jari} = 4 \text{ mm}$$

$$\sigma_{U2} = \frac{P_{\max}}{A_0} = \frac{P_{\max}}{\pi r^2} = \frac{342 \text{ kg}}{50,24 \text{ mm}^2} = 6,807 \text{ kg/mm}^2$$

- Tegangan maksimal rata-ratanya :

$$\sigma_{U \text{ rata-rata}} = \frac{\sigma_{U1} + \sigma_{U2}}{2} = 4,846 \text{ kg/mm}^2$$

LAMPIRAN IV

PERHITUNGAN NILAI KEKERASAN VICKERS (HV)

1. Kaleng minuman P (Pocary Sweat) :

- Untuk titik 1:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,0 + 1,0) \text{ mm}}{2} = 1,0 \text{ mm}$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,0 \text{ mm})^2} = 55,632 \text{ kg / mm}^2$$

- Untuk titik 2 :

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 0,9 \text{ mm}$$

$$d_2 = 0,95 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(0,9 + 0,95) \text{ mm}}{2} = 0,925 \text{ mm}$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(0,925 \text{ mm})^2} = 65,019 \text{ kg / mm}^2$$

- Untuk titik 3:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 0,95 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,0 + 0,95)mm}{2} = 0,975mm$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30kg}{(0,975mm)^2} = 58,521kg / mm^2$$

Nilai kekerasan rata-rata (\overline{HV}) Kaleng minuman P (Pocary Sweat) :

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = 59,724kg / mm^2$$

2. Kaleng minuman L (Larutan Lasegar) :

- Untuk titik 1:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,2 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,2 + 1,2)mm}{2} = 1,2mm$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30kg}{(1,2mm)^2} = 38,633kg / mm^2$$

- Untuk titik 2 :

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,1 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,2 + 1,1)mm}{2} = 1,15mm$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{\bar{d}^2} = 1,854 \frac{30kg}{(1,15mm)^2} = 42,065kg / mm^2$$

- Untuk titik 3:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,1 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,1 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,1 + 1,1) \text{ mm}}{2} = 1,1 \text{ mm}$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,1 \text{ mm})^2} = 45,976 \text{ kg / mm}^2$$

Nilai kekerasan rata-rata (\overline{HV}) Kaleng minuman L (Larutan Lasegar) :

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = 42,224 \text{ kg / mm}^2$$

3. Kaleng minuman C (Coca-Cola) :

- Untuk titik 1:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,0 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,05 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,0 + 1,05) \text{ mm}}{2} = 1,025 \text{ mm}$$

$$HV_1 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,025 \text{ mm})^2} = 52,951 \text{ kg / mm}^2$$

- Untuk titik 2 :

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

$$d_2 = 1,2 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,2 + 1,2) \text{ mm}}{2} = 1,2 \text{ mm}$$

$$HV_2 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,2 \text{ mm})^2} = 38,633 \text{ kg / mm}^2$$

- Untuk titik 3:

$$P = 30 \text{ kg}$$

$$d_1 = 1,2 \text{ mm}$$

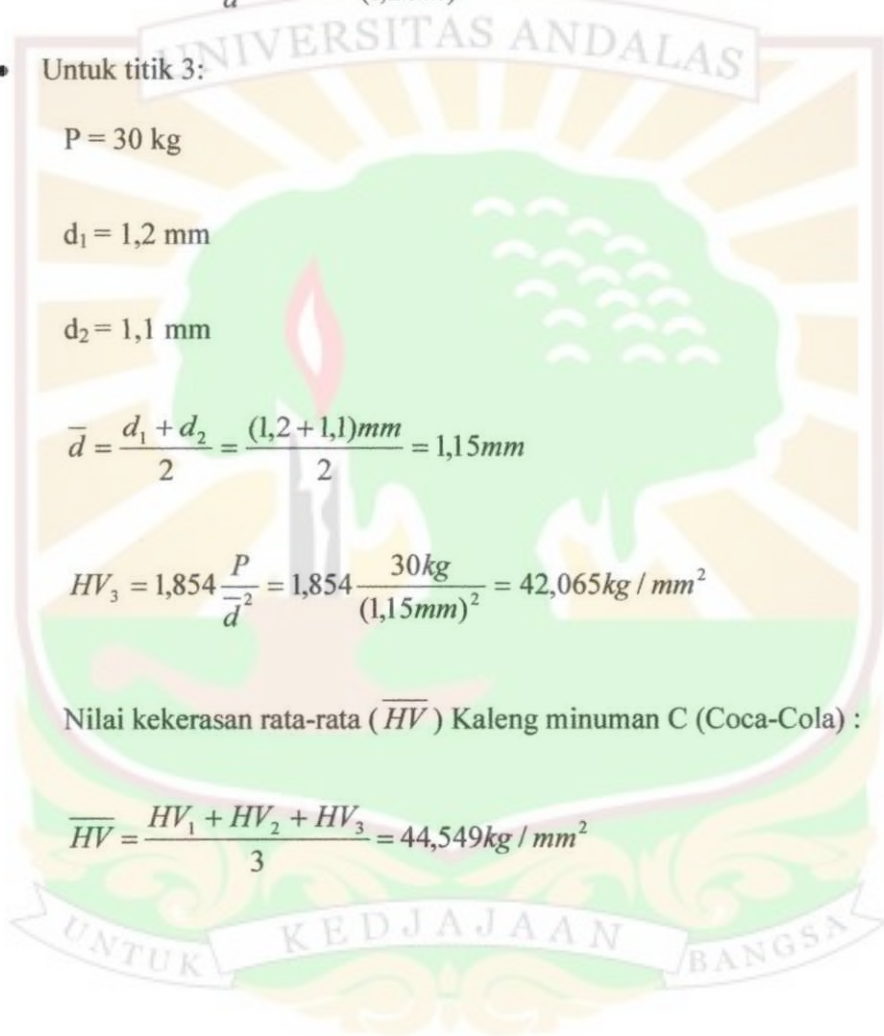
$$d_2 = 1,1 \text{ mm}$$

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{(1,2 + 1,1) \text{ mm}}{2} = 1,15 \text{ mm}$$

$$HV_3 = 1,854 \frac{P}{d^2} = 1,854 \frac{30 \text{ kg}}{(1,15 \text{ mm})^2} = 42,065 \text{ kg / mm}^2$$

Nilai kekerasan rata-rata (\overline{HV}) Kaleng minuman C (Coca-Cola) :

$$\overline{HV} = \frac{HV_1 + HV_2 + HV_3}{3} = 44,549 \text{ kg / mm}^2$$



LAMPIRAN V**Dokumentasi Penelitian**

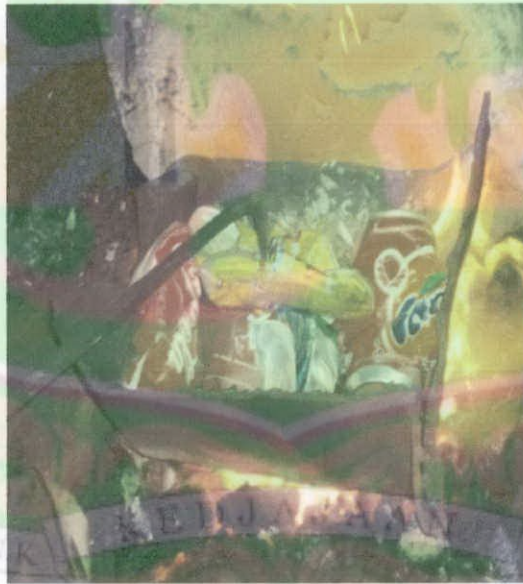
Gambar 1. Membuat cetakan untuk uji kekerasan



Gambar 2. Cetakan Untuk uji kekerasan



Gambar 3. Cetakan untuk uji kuat tarik



Gambar 4. Peleburan Kaleng minuman



Gambar 5. Pelelehan kaleng minuman



Gambar 6. Penuangan sampel



Gambar 7. Pengujian Kekerasan



Gambar 8. Sampel setelah dilakukan uji kekerasan