

**ANALISA PELENGKUNGAN KACA LEMBARAN
JENIS *SODA-LIME GLASS***

SKRIPSI

OLEH

EKO JULIANTO
NIM . 101210523



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
2014**

ABSTRAK

Kaca merupakan gabungan berbagai oksida anorganik yang tak mudah menguap, yang di hasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya sehingga menghasilkan produk yang menghasilkan struktur atom yang acak. Kaca adalah pruduk yang mengalami *vitriifikasi* sempurna, atau setidaknya produk yang mengandung amat sedikit bahan *nonvitreo* dalam keadaan suspensi. Tujuan penelitian ini adalah mendiskripsikan dan menganalisis karakteristik kaca yang terbuat dari pasir silika atau soda lime glass.

Hasil analisa yang telah dilaksanakan tentang pelengkungan kaca lembaran jenis soda lime glass, pada proses pelengkungan kaca lembaran jenis soda lime glass menjadi kaca lengkung yang ketebalannya berukuran 5 mm , didapat perubahan lengkungan kaca jadi sebesar $11,2^{\circ}\text{K}$. Proses perubahan ideal defleksi kaca dihitung setiap 5 menit dalam waktu 60 menit selama proses pelengkungan , Sedangkan nilai akhir aliran konduksi senilai 309,629 Joule dan konveksi senilai 63513,61 Joule selama akhir waktu 1 jam atau 60 menit. Adapun suhu yang didapat selama proses pelengkungan di dapat suhu awal ruangan pembakaran $34,9^{\circ}\text{K}$ dan suhu sampai kaca terbentuk yaitu $482,5^{\circ}\text{K}$. Untuk Perubahan temperatur awal kaca 0°K menjadi $380,7^{\circ}\text{K}$ pada waktu 60 menit kaca sudah jadi terbentuk.

Kata kunci : Kaca, soda lime glass, kaca lengkung, aliran panas

ABSTRAC

Glass is a combination of various inorganic oxides which is involatile, resulting from decomposition and melting alkali and alkaline compound, sand and various other compilers to produce a product that generates a random atomic structure. Glass is product which sustain of the perfect vitrifikasi, or at least product which have a little nonvitreoin suspension. The purpose of this research are to description and to analyze the glass's characteristic which made by silica sand or soda lime glass.

The analysis that has been carried out on a sheet of glass bending type of soda lime glass, the process of bending the glass sheet into a kind of soda lime glass curved glass measuring 5 mm thickness, obtained that the glass arch changes into $11,2^{\circ}$ K. Ideal change process of glass deflection is calculated every 5 minuted within 60 minutes during the bending process meanwhile, the final value of the flow conduction are 309,629 joule, and convection are 63513,61 joule during 1 hour or 60 minutes. The temperature attained during the bending process, the initial temperature in the combustion chamber are $34,9^{\circ}$ K and the temperature until the glass is formed are $482,5^{\circ}$ K. For the changing of the initial glass temperature is from 0° K become $380,7^{\circ}$ K at 60 minutes the glass already formed.

Key word : Glass, soda lime glass, the bending , heat flow.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah S.W.T yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa pelengkungan kaca lembaran jenis soda lime glass” ini berhasil selesai dengan baik.

Dalam pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian Tugas Akhir penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Helman Fachri, MM, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Bapak Aspiyansyah, ST.,M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Gunarto, ST.,M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Utama.
4. Bapak Aspiyansyah, ST.,M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Pembantu.
5. Para Dosen, Staf Fakultas dan teman – teman seperjuangan yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
6. Orang tua dan saudara – saudaraku yang telah banyak memberikan dorongan serta doa kepada penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, sehingga besar harapan penulis semoga laporan Tugas Akhir dapat lebih memberikan pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua.

Semoga Allah S.W.T melimpahkan rahmat – Nya kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Amin ya Robbal Alamin.

Pontianak, September 2014

Penulis

Eko Julianto
NIM. 101210523

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “ **ANALISA PELENGKUNGAN KACA LEMBARAN JENIS SODA LIME GLASS** ” telah diseminarkan dan dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 15 agustus 2014 dan telah diterima sebagai salah satu syarat pengajuan tugas akhir untuk memperoleh Gelar Sarjana pada Program Study Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Pontianak, 15 Agustus 2014

Pembimbing 1

Pembimbing II

Gunarto, ST.,M.Eng

Aspiyansyah, ST.,M.Eng

Penguji I

Penguji II

Doddy Irawan, ST., M.Eng

Ir. Zam Zami, MT

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Pontianak

Aspiyansyah, ST.,M.Eng

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan	5
1.5. Manfaat	5
1.6. Metode Penulisan.....	6
1.7. Sistematika Penulisan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kaca	8
2.2. Peleburan.....	9

2.2.1. Pembuatan Bentuk Atau Pencetakan	12
2.2.2. Penyangaian Atau Sepuh Lindap	19
2.3. Perpindahan Panas	20
2.3.1. Sistem Konveksi Alami	23
2.3.2. Sistem Konveksi Paksa	23
2.4. Pengertian Pemuaiian.....	25
2.5. Dapur Tinggi.....	26
2.5.1. Pengertian Dapur Tinggi.....	26
2.5.2. Kontruksi Dapur Tinggi.....	26
2.6. Rangka Dan Cetakan.....	28
2.7. Bahan Bakar.....	29
2.7.1. Bahan Bakar Cair.....	29
2.8. Kualitas Kaca Soda Lime Glass.....	34

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
3.2. Bahan dan Alat Penelitian.....	36
3.3. Prosedur Penelitian	36
3.4. Rancangan Percobaan	36
3.5. Parameter Penelitian	37
3.6. Metode Pengambilan Data Dan Pengukuran	37
3.7. Gambar Dapur Kaca	38
3.8. Proses Analisa Pelengkungan Kaca	39
3.9. Proses Pelengkungan Kaca Gamping (<i>Soda Lime Glass</i>)	40
3.9.1. Persiapan Bahan Baku (<i>Batching</i>)	40
3.9.2. Pelengkungan.....	40

3.9.3. Variabel Suhu Pada Kaca.....	41
3.9.4. Annealing	42
3.9.5. Finishing Dan Pengendalian Kualitas (<i>Quality Control</i>).....	42
3.10. Metode Perhitungan	43

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	47
4.1.1. Suhu Pelengkungan Kaca Gamping (<i>Soda Lime Glass</i>).....	47
4.1.2. Temperatur Dalam Ruangan Terhadap Perubahan Defleksi	49
4.1.3. Jumlah Bahan Bakar Terhadap Waktu	50
4.1.4. Perubahan Temperatur Terhadap Waktu	52
4.1.5. Perubahan Laju Aliran Konveksi Terhadap Waktu	53
4.1.6. Perbandingan Laju Aliran Konduksi Terhadap Waktu.....	55
4.1.7. Perbandingan Luas Penampang Terhadap Waktu	56
4.1.8. Analisa Hasil Pengujian Kaca Dengan Alat Ukur (<i>Thermocople</i>)	56
4.2. Dimensi Kaca Soda Lime Glass	57
4.3. Dimensi Kaca.....	58
4.4. Kualitas Lengkungan Kaca	58

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kandungan Bahan Dalam Proses Peleburan	11
Tabel 2.2. Koefisien Muai Panjang Berbagai Zat Pada Suhu 20°C	25
Tabel 2.3. <i>Specific Gravity</i> Berbagai Bahan Bakar Minyak	30
Tabel 2.4. Nilai Kalor Kotor (GCV) Untuk Beberapa Bahan Bakar Minyak	32
Tabel 2.5. Persentase Sulfur Untuk Berbagai Bahan Bakar Minyak	33
Tabel 4.1. Keadaan Awal Dan Akhir Pembakaran Kaca	47
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Pembakaran Kaca Dengan Alat Ukur	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Perpindahan Kalor Konveksi Dari Suatu Plat.....	22
Gambar 2.2. Sistem Konveksi Paksa.....	24
Gambar 2.3. Perpindahan Kalor Gabungan Melalui Dinding Datar	24
Gambar 2.4. Konstruksi Dapur Tinggi.....	27
Gambar 3.1. Bagan alir prosedur pelengkungan kaca lembaran jenis gamping untuk kaca mobil toyota avanza.....	37
Gambar 3.2. <i>Flow Chart</i> penelitian	39
Gambar 4.1. Grafik Temperatur dalam ruangan terhadap perubahan defleksi	49
Gambar 4.2. Garafik hubungan jumlah bahan bakar terhadap waktu	50
Gambar 4.3. Pengisian tangki bahan bakar dan Sistim bahan bakar	51
Gambar 4.4. Grafik hubungan perubahan temperatur terhadap waktu	52
Gambar 4.5. Pengukuran Perubahan Temperatur Kaca	53
Gambar 4.6. Grafik perbandingan luas penampang terhadap waktu.....	54
Gambar 4.7. Grafik perbandingan laju aliran konduksi waktu	55
Gambar 4.8. Perubahan lengkungan kaca.....	56
Gambar 4.9. Dimensi Kaca.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara yang mayoritas penduduknya menggunakan kendaraan bermotor untuk berkendara sehari – hari. Hal ini juga dikarenakan besarnya kebutuhan akan kendaraan bermotor dan para investor asing dari berbagai negara berbondong – bondong menciptakan kendaraan yang hemat energi dan mengurangi gas buang yang dapat membahayakan bumi. Energi yang di pakai sehari – hari semakin lama semakin berkurang atau menipis, dikarenakan banyak pemakaian yang tidak terkontrol sehingga menimbulkan kelangkaan bahan bakar atau akan habis sama sekali, untuk itu diciptakanlah kendaraan ramah lingkungan dan hemat bahan bakar.

kelengkapan mobil antara lain adalah kaca mobil , karena dari kaca mobil yang baik dan bagus pemantulan cahayanya adalah kaca yang menyerap panas dan jelas pada saat berkendara.

Selain kaca mobil ada juga kaca rumah tangga untuk pintu, jendela dan lemari kaca dan lain – lain, karena kaca sangat berperan penting dalam kehidupan sehari – hari, dikarenakan kaca sangat berpengaruh dalam perekonomian dan industri saat ini.Sampai saat ini, terdapat dua jenis kaca yang diaplikasi untuk dunia otomotif, yaitu *tempered* dan *laminated*. Kedua jenis ini mampu meminimalkan cedera saat terjadi kecelakaan. Kedua kaca tersebut memiliki tingkat perlindungan yang lebih baik dibanding kaca biasa. Namun tentu saja keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Ada beberapa alasan mengapa kaca *laminated*

ditempatkan sebagai *windshield* atau kaca depan. Sementara jenis *tempered* sebagai kaca di samping maupun belakang kendaraan. Kaca *laminated* mampu meredam benturan dan menjaga lapisan ini sulit tembus. Ditambah sifat pecah kaca ini yang tidak menghambat visibilitas.

Sayang kekuatan kaca laminated sebenarnya tidak lebih baik dari tempered yang 5 kali lebih kuat. Dan jika batas kekuatannya telah terlampaui, kaca tempered akan pecah menjadi butiran jagung tanpa bisa meredam kekuatan lagi.

Dari segi fisika kaca adalah zat cair lewat dingin yang tegar dan tidak mempunyai titik cair tertentu serta mempunyai viskositas cukup tinggi sehingga tidak mengalami kristalisasi. Di pihak lain dari segi kimia, kaca adalah gabungan berbagai oksida anorganik yang tak mudah menguap, yang di hasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya sehingga menghasilkan produk yang menghasilkan struktur atom yang acak. Kaca adalah produk yang mengalami *vitrifikasi* sempurna, atau setidaknya produk yang mengandung amat sedikit bahan *nonvitreo* dalam keadaan suspensi.

Kaca banyak sekali di gunakan dalam sifat-fatnya yang khas, yaitu transparan, tahan terhadap serangan kimia, efektif sebagai isolator listrik, dan mampu menahan vacuum. Tetapi kaca adalah bahan yang rapuh dan secara khas mempunyai kekuatan kompresi lebih tinggi dari kekuatan tariknya. Dewasa ini ada sekitar 800 macam kaca yang di hasilkan ada yang dengan keunggulan pada satu sifat tertentu, dan ada pula yang lebih mementingkan keseimbangan pada seperangkat sifat tertentu.

Sebagaimana halnya dengan bahan-bahan yang sangat banyak di gunakan dalam peradaban modern, riwayat penemuan kaca tidaklah jelas sama sekali. Salah satu rujukan yang paling tua mengenai bahan ini di buat oleh pliny, yang menceritakan bagaimana pedagang-pedagang Phonesia purba menemukan kaca tatkala memasak makanan. Periuk yang di gunakannya secara tidak sengaja di letakan di atas massa trona di suatu pantai, penyatuan yang terjadi antara pasir dan alkali menarik perhatian dan orang kemudian berusaha menirunya.

Pada tahun 1914, di Belgia di kembangkan proses *fourcault* yang menarik kaca plat secara kontinyu. Selama 50 tahun berikutnya, para insinyur dan ilmuwan telah berhasil berbagai modifikasi terhadap proses penarikan kaca dengan tujuan untuk memperkecil *distorsi* optik kaca lembaran (kaca jendela) dan menurunkan biaya pembuatan kaca lembaran gosok dan poles.

Berbagai macam mesin otomatis di ciptakan pula untuk mempercepat produksi botol, bola lampu dan sebagainya. Akibatnya, industri kaca dewasa ini telah tumbuh menjadi suatu industri yang sangat terspesialisasi.

Untuk itu pada kesempatan ini akan dicoba pengujian dan analisa tentang kaca yang berupa kaca kristal dan kaca bening atau dalam bahasa tekniknya kaca soda gamping (*soda-lime glass*), yaitu dengan menguji dan menganalisa pelengkungan kaca mobil menjadi kaca mobil yang berharga murah dan terjangkau untuk masyarakat indonesia yang mayoritas menggunakan kendaraan bermotor seperti mobil dan lain sebagainya. Oleh karena itu dengan pertumbuhan teknologi pada saat ini yang didominasi alat canggih dan modern, dibuatlah dapur tinggi pemanas untuk memanaskan kaca lembaran menjadi kaca lengkung seperti

contohnya kaca mobil dan lemari. Bertitik tolak dari latar belakang, maka diangkatlah judul “ **Analisa pelengkungan kaca lembaran jenis *soda-lime glass***” sebagai literatur pembentukan kaca lengkung pada semua jenis kaca mobil dan lainnya.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang di angkat dalam penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana mendapatkan lengkungan kaca soda lime glass atau kaca soda gamping yang ideal dengan temperatur yang berbeda-beda.

1.3 Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas tidak melebar sehigga dalam penyelesaiannya melebihi kemampuan penulis maka, permasalahan perlu dibatasi sebagai berikut:

- a. Dalam penelitian ini penulis hanya membuktikan serta menganalisa kaca lembaran menjadi kaca lengkung.
- b. Proses perencanaan pelengkungan kaca dengan perlakuan panas dan penekanan kaca dengan alat manual dengan ketebalan kaca 5 mm.
- c. Bahan bakar yang digunakan adalah solar dan oli bekas dalam tangki bahan bakar berkapasitas 40 liter.
- d. Proses pembuatan kaca lengkung dengan memvariasikan suhu tekanan dan alur api yang berada dalam dapur tinggi serta kompornya.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah:

- a. Menganalisa proses pelengkungan kaca lembaran jenis *soda lime glass* menjadi kaca lengkung yang ketebalannya berukuran 5 mm?
- b. Mengetahui sampai berapa derajat kelengkungan kaca?
- c. Menentukan waktu pemanasan dapur tinggi ?
- d. Menentukan waktu pemanasan awal dan akhir pada kaca lembaran sampai kaca berubah bentuk menjadi kaca lengkung?
- e. Untuk mengetahui suhu ideal pada saat perlakuan panas pada kaca?
- f. Untuk mengetahui berapa banyak bahan bakar yang digunakan untuk proses pemanasan berlangsung?

1.5 Manfaat

Manfaat yang di dapat dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

- a. Dapat menghasilkan lengkung kaca yang rapi dan dan merata.
- b. Mengetahui kemampuan kelengkungan pada kaca berukuran 5 mm.
- c. Dapat menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi dengan harga terjangkau.
- d. Dapat dijadikan acuan pada saat pelengkungan kaca berukuran besar dan kecil.

1.6 Metode Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan dua metode penulisan yaitu metode literatur dan metode observasi.

1. Metodeologi literatur

Penulis mengambil teori dasar dari sumber yang sesuai dengan perencanaan dan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu mengenai perpindahan panas dan lain sebagainya.

2. Metodeologi observasi

Dalam hal ini penulis melakukan penelitian langsung pada proses pengujian pelengkungan kaca lembaran jenis kaca soda gamping (*soda-lime glass*).

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini, maka disusunlah sistematika skripsi sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, metode penulisan, sistematika penulisan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BABII : Landasan Teori

Berisi tentang, tinjauan pustaka (jurnal ilmiah), sebagai landasan teori.

BABIII : Metodologi Penelitian

Berisi tentang desain eksperimen, bahan dan alat, waktu dan tempat penelitian.

BABIV : Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berisi tentang hasil penelitian, laporan hasil analisis penelitian.

BABV : Penutup

Berisi tentang simpulan dan saran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa yang telah dilaksanakan tentang analisa pelengkungan kaca lembaran jenis soda lime glass, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pada proses pelengkungan kaca lembaran jenis soda lime glass menjadi kaca lengkung yang ketebalannya berukuran 5 mm , didapat perubahan lengkungan kaca jadi sebesar $11,2^{\circ}\text{K}$. Proses perubahan ideal defleksi kaca dihitung setiap 5 menit dalam waktu 60 menit selama proses pelengkungan .
- b. Didalam proses pelengkungan kaca di dapat nilai akhir aliran konduksi senilai 309,629 Joule dan konveksi senilai 63513,61 Joule selama akhir waktu 1 jam atau 60 menit.
- c. Adapun suhu yang didapat selama proses pelengkungan di dapat suhu awal ruangan pembakaran $34,9^{\circ}\text{K}$ dan suhu sampai kaca terbentuk yaitu $482,5^{\circ}\text{K}$.
- d. Perubahan temperatur awal kaca 0°K menjadi $380,7^{\circ}\text{K}$ pada waktu 60 menit kaca sudah jadi terbentuk.
- e. Dalam proses pelengkungan kaca ini , bahan bakar yang digunakan sebanyak 50 liter, Tersisa menjadi 3,8 liter sampai kaca terbentuk.

5.2 Saran

- a. Pada proses pembuatan pelengkungan kaca yang ideal, suhu yang tidak merata sangat mempengaruhi dalam proses pembuatan pelengkungan kaca, oleh sebab itu sebaiknya pada saat pembuatan pelengkungan kaca suhu atau panas

pada saat pembakaran benar – benar harus merata pada permukaan kaca yang berada dalam dapur atau ruang bakar supaya kaca tidak pecah pada saat proses pelengkungan kaca.

- b. Adapun keterbatasan alat dan dapur pembakaran kurang memadai sehingga perlunya kapasitas kompressor agar tekanan pada kompor bisa menghasilkan panas yang ideal dan merata pada ruang bakar atau dapur pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

Cengel and Boles,1998. *Thermodynamics: An Engineering Approach*.New York: Mc Grew Hill Co.

Holman J.P.1991 *Perpindahan Kalor*.6th ed.

Incropera.Frank P. & david P.,2002 *Foundamentals Of Heat And Mass Transfer*.5th Ed.John wiley and sons

Jhon James E.A.1988. *Introduction To Fluid Mechanics*.United States Of America:prentice hall

Moran,Michael J.2000. *Foundamental Of Engineering Thermodinamics*, 4th Ed,New York:Jhon Wiley and Sons

Luqman Buchori,ST, MT.,2009, Perpindahan Panas. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang

[http://: kelas_1_sma_fisika_joko_sumarno.pdf.com/](http://kelas_1_sma_fisika_joko_sumarno.pdf.com/) diakses tanggal 25 Desember 2012

Wahyu Setia Budi.,2006,*Studi Sifat Elektrooptis Pada Kaca Aquarium, Kaca Preparat, Dan Akrilik*, Jurusan Fisika, FMIPA UNDIP, Semarang.

Sugeng 1987. *Proses pelengkungan kaca mobil* , purwokerto.

Asahimas 2002 , *glasses product* , semarang .

<http://hernorjen.blogspot.com/p/makalah-proses-pembuatan-kaca.html> 20 mei 2013

Donald pitts ,leighton sissom,2008, *schaum's outlines perpindahan kalor*, Erlangga, Jakarta

John A.schey,2009, *Proses manufaktur*, andi yogyakarta , yogyakarta.