

ANALISIS PECAHAN KACA TEMPER BZ 321RCB DENGAN VARIASI TEMPERATUR

¹Bantu Hotsan S, ²Pedro Da Silva, ³Permana Andi Paristiawan, ⁴A. Andriyanto

^{1,2,4}Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, bantuhotsan@gmail.com*

³Pusat Riset Metalurgi - Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Abstrak

Kaca mobil merupakan komponen penting bagi kendaraan. Selain itu kaca mobil dapat memberikan performa aerodinamis, dan memberikan penglihatan yang baik bagi pengendara. Salah satu jenis kaca yang digunakan pada mobil adalah kaca *tempered*. Jenis kaca ini diperoleh melalui proses tempering dipanaskan pada suhu tinggi lalu didinginkan. Dibandingkan kaca biasa, jenis kaca ini memiliki kekuatan 4 hingga 5 kali sehingga tahan terhadap benturan dan dapat meredam panas. Kendatipun pecah kaca membentuk pecahan-pecahan kecil dan tidak tajam sehingga tidak melukai. Kaca temper model BZ 321 RCB digunakan sebagai kaca belakang mobil dengan ketebalan 3,1 mm. Melalui hasil uji coba pengaruh suhu temper mulai dari 620, 650, dan 700°C. Pecahan kaca secara umum sudah sesuai standar jumlah pecahan tidak kurang dari 15 buah dalam area 50x50 mm. Suhu 650°C merupakan suhu yang baik untuk memproduksi kaca BZ 321 RCB mempunyai pecahan yang standar disetiap point pengujianya.

Kata kunci: kaca, temper, suhu,, pecahan, mobil

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan material kaca sudah dikenal sejak ribuan tahun yang lalu. Pada abad ke-17 kaca sudah digunakan sebagai material bangunan. Hingga pada abad ke-20 penggunaan kaca pada bangunan (arsitektur) semakin masif seiring dengan industrialisasi dan penemuan teknologi dalam pengolahan dan produksi kaca (Lestari & Alhamdani, 2014).

Selain kaca banyak digunakan digedung (Mingxuan, dkk, 2014) sebagai atap atau dinding bangunan. Kaca juga digunakan sebagai kaca pada mobil. Dikutip dari Cintamobil.com, kaca mobil adalah salah satu komponen penting untuk mencegah masuknya debu angin kencang, hingga serangga ke kabin mobil. Selain itu fungsi kaca memberikan performa aerodinamis dari sisi depan sekaligus memberi penglihatan (visibilitas) yang baik bagi pengendara.

Beberapa jenis kaca yang digunakan pada mobil diantaranya adalah: (1). Kaca *Laminated*, jenis kaca ini memiliki daya tahan yang kuat serta mampu meredam benturan. Apabila kaca jenis ini pecah kerusakan yang timbul tidak akan berdampak pada aspek

visibilitas penglihatan pada mobil. Sehingga jenis kaca ini cocok untuk kaca mobil bagian depan (*windshield*).

Jenis kaca yang kedua, kaca *partially tempered*. Pada dasarnya proses pembuatan kaca jenis ini mirip dengan kaca *tempered*, bedanya pada kadar pendinginan akhir sedikit dikurangi khususnya pada bagian tengah kaca mobil dengan tujuan, bilamana terjadi retak kaca pada sisi tengah tidak sepenuhnya hancur berkeping-keping melainkan masih ada titik tertentu yang bisa digunakan untuk melihat ke arah depan.

Jenis kaca yang ketiga yakni kaca *tempered*. Sesuai standard ASTM C1048 memiliki kekuatan 4 sampai dengan 5 kali lebih kuat daripada kaca biasa dengan ketebalan sama dengan minimal tekanan permukaan adalah 10.000 psi (kacatempered.wordpress.com). Jenis kaca ini diperoleh dengan proses pemanasan hingga 6000 °C kemudian didinginkan dengan udara. Kekurangan jenis kaca ini, bilamana retak akan membentuk kepingan-kepingan kecil sehingga dapat mengganggu pemandangan. Sehingga kaca ini cocok digunakan sebagai

kaca jendela samping dan belakang pada kendaraan.

Kaca *tempered* jika pecah terkena benturan, langsung menjadi pecahan-pecahan kecil sebesar ibu jari tangan dan tidak tajam, sehingga tidak membahayakan bilamana kaca pecah. Selain itu kaca *tempered* juga dapat meredam panas sinar matahari yang mengenai langsung ke kaca sehingga resiko pecah kaca akibat perbedaan suhu bisa diperkecil.

Kaca *tempered* pada dasarnya digunakan karena faktor kekuatan dan keamanannya. Sifat fraktur pada kaca temper menentukan tingkat keamanan kaca (Nielsen & Bjarrum, 2017). Sesuai standar Eropa EN121 50-1, misalnya untuk menentukan jumlah minimum fragmen yang diperlukan untuk kaca pengaman silikat soda-kapur untuk pengujian fragmentasi di area 50 mm × 50 mm, jumlah fragmen harus tidak kurang dari 15 pcs, 40 pcs, dan 30 pcs ketika ketebalan kaca masing-masing 3 mm, 4 - 12 mm, dan 15 - 19 mm (Lee, dkk, 2012).

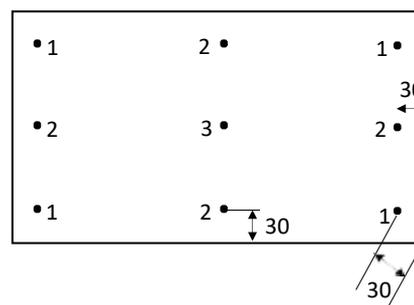
Untuk kaca dengan ketebalan 4–12 mm jumlah fragmen yang dihitung dalam bidang observasi 50 mm×50 mm tidak boleh kurang dari 40 pcs (Pourmoghaddam & Schneider, 2018).

Sebenarnya penelitian terhadap karakteristik pecahan kaca sudah ada sejak Perang Dunia Kedua. Studi eksperimental tentang fragmentasi kaca terutama dilakukan pada kaca anil tradisional, sementara itu literature sangat terbatas tersedia untuk akses publik tentang kaca *tempered*. Bahkan pemecahan secara analitik dan simulasi numerik juga telah digunakan untuk mempelajari proses fragmentasi kaca (Zhang & Hao, 2015)

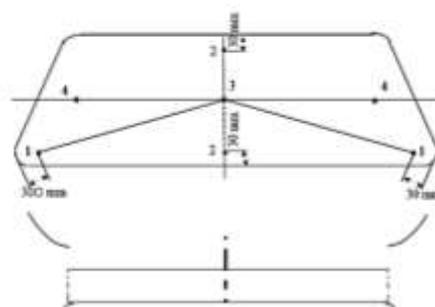
Untuk itu test fragmentasi menjadi sangat penting dilakukan demi mendapatkan informasi mengenai kaca itu sendiri. Selain itu untuk menyajikan data eksperimen dari perilaku fragmentasi untuk menentukan tingkat *tempering* yang diperlukan untuk memastikan karakter fragmen kaca yang

aman. Pecahan harus berukuran sama, kecil (sebesar kuku ibu jari tangan), dan tidak tajam.

Pada gambar 1 disajikan bagaimana menentukan posisi titik pecah kaca saat mau mengambil sampel uji. Titik uji pecah harus dipilih pada titik-titik yang ditentukan. Titik 1: 30 mm dari tepi kaca dengan sudut yang paling kecil; Titik 2: berjarak 30 mm dari tepi kaca di sisi yang terpanjang atau yang terpendek. Bila ada *tong marks* sisi tersebut harus dipilih sebagai titik pecah; Titik 3: terkecil.



Gambar 1 Posisi titik pecah kaca
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 2 Posisi titik pecah kaca diperkeras total, datar atau lengkung radius
Sumber: Hasil Penelitian

Di Indonesia sendiri sudah ada beberapa perusahaan yang membuat kaca temper guna melayani kebutuhan industri otomotif. Modelnyapun terus berkembang dibuat sesuai dengan permintaan. Salah satunya dalam proses produksi untuk kaca belakang dengan model BZ 321 RCB. Model ini harus sesuai dengan standard dalam bentuk pecahan untuk keamanan. Sebagaimana diketahui fragmentasi kaca sangat dipengaruhi suhu temper. Melalui uji fragmentasi yang dilakukan pada kaca belakang mobil model BZ 321 RCB dengan ketebalan 3,1 mm,

dikenakan variasi suhu temper 620, 650, dan 700 °C Bagaimana fragmentasi kaca yang terbentuk apabila dikenakan suhu temper pada kaca model BZ 321 RCB.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. BAHAN

- a. Material kaca yang akan diuji



Gambar 3 Material kaca dengan thicknes 3,1 mm ± 0,1mm

Sumber: Hasil Penelitian

- b. Mesin Glastech dan Pemecah Kaca



Gambar 4 Mesin Glastec dan Pemecah Kaca

Sumber: Hasil Penelitian

- c. 5 Mal titi Pecah & Mal area 50x50 mm



Gambar 5 Mal titi Pecah & Mal area 50x50 mm

Sumber: Hasil Penelitian

2.2. METODE

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan mesin temper *Glastech*. Variasi temper mulai dari 620°C, 650°, dan 700°C. Proses pengujian dilakukan sesuai standar SNI.

Persiapan proses temper

1. Persiapan material kaca yang akan di uji.
2. Persiapan mesin dan pemanasan mesin untuk mencapai suhu 620°C, 650°C, dan 700°C
3. Persiapan pengujian fragmentasi kaca

4. Persiapan material kaca yang sudah dilakukan proses temper dengan suhu 620°C, 650°C, dan 700°C
5. Pemasangan lakban disetiap kaca
6. Persiapan peralatan untuk memecahkan kaca

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian fragmentasi kaca melalui proses temper dengan suhu 620°C, 650°C, dan 700°C maka dihasilkan data sebagai berikut:

Tabel 1 Pengujian Fragmentasi Kaca Dengan Variasi Suhu 620, 650 dan 700 °C

Point Pengujian	620°		650°		700°	
	Kecil	Besar	Kecil	Besar	Kecil	Besar
1	121	92	298	122	360	192
2	189	109	242	135	372	210
3	94	36	245	62	168	70
4	95	25	266	78	267	104

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 6 Perbandingan Pengujian Fragmentasi Variasi Suhu Temper 620, 650, dan 700 °C

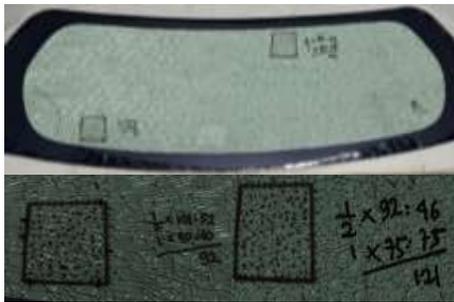
Sumber: Hasil Penelitian

3.2. Pembahasan

3.2.1. Pengujian Fragmentasi Kaca 620°C

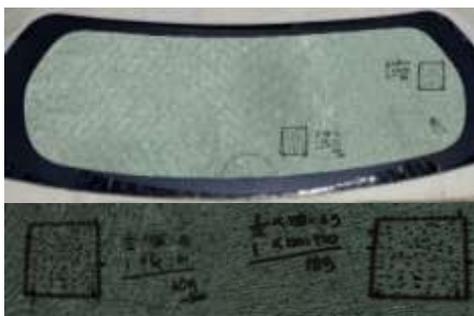
Pecahan kaca pada suhu 620°C pada point 1, mal titik pecah ditempatkan pada posisi pojok kiri / kanan bagian kaca, kemudian dilakukan pemecahan kaca, diperlihatkan pada gambar 7. Dengan menggunakan mal area 50x50 mm yang di

letakkan pada pecahan kaca sebanyak 92 buah dan pecahan kecil 121 buah.



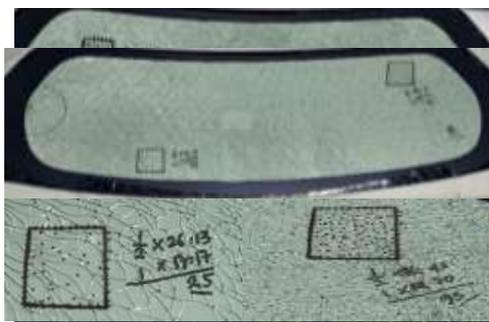
Gambar 7 Point 1 Suhu 620°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 92 dan 121 buah
Sumber: Hasil Penelitian

Pada point 2, mal titik pecah ditempatkan pada posisi bawah tengah bagian kaca, diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8 Point 2 Suhu 620°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 109 dan 189 buah
Sumber: Hasil Penelitian

Pada point 3, mal titik pecah ditempatkan pada posisi center bagian kaca seperti diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9 Point 3 Suhu 620°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 36 dan 94 buah
Sumber: Hasil Penelitian

Untuk point 4, mal titik pecah ditempatkan pada posisi pinggir kiri / kanan

bagian kaca, seperti diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10 Point 4 Suhu 620°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 25 dan 95 buah
Sumber: Hasil Penelitian

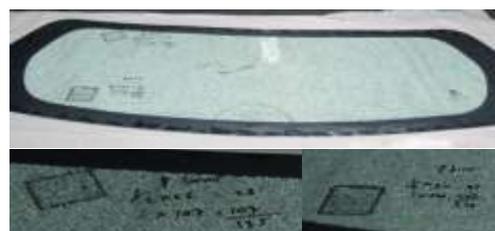
3.2.2. Pengujian Fragmentasi Kaca 650°C

Dengan proses yang sama dengan di atas, pada proses suhu temper 650°C pecahan diambil dari 4 point. Menggunakan alat yang sama. Pada point 1 ini mal titik pecah ditempatkan pada posisi pojok kiri / kanan bagian kaca, kemudian dilakukan pemecahan kaca seperti diperlihatkan gambar 11.



Gambar 11 Point 1 Suhu 650°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 122 dan 298 buah
Sumber: Hasil Penelitian

Selanjutnya untuk point 2, mal titik pecah ditempatkan pada posisi bawah tengah bagian kaca, kemudian dilakukan pemecahan kaca, seperti diperlihatkan dalam gambar 12.



Gambar 12 Point 2 Suhu 650°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 135 dan 242 buah
Sumber: Hasil Penelitian

Kemudian pada pengujian pecahan pada point 3, mal titik pecah ditempatkan pada posisi center bagian kaca, seperti diperlihatkan gambar 13.



Gambar 13 Point 3 Suhu 650°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 62 dan 245 buah
Sumber: Hasil Penelitian

Pada pengujian pecahan point 4, mal titik pecah ditempatkan pada posisi pinggir kiri / kanan bagian kaca, dapat dilihat besar kaca diperlihatkan pada gambar 14.

Gambar 14 Point 4 Suhu 650°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 78 dan 266 buah
Sumber: Hasil Penelitian



3.2.3. Pengujian Fragmentasi Kaca 700°C

Pada tahap ini sample kaca yang sudah diproses temper dengan suhu 700°C dipecahkan menggunakan alat pemecah. Pengujian fragmentasi dilakukan pada 4 titik. Pada point 1, mal titik pecah ditempatkan pada posisi pojok kiri / kanan bagian kaca, kemudian dilakukan pemecahan kaca. Pecahan kaca diperlihatkan pada gambar 15.

Sementara uji fragmentasi kaca 700°C pada point 2, mal titik pecah ditempatkan pada posisi bawah tengah bagian kaca, kemudian dilakukan pemecahan kaca yang diperlihatkan pada gambar 16.



Gambar 15 Point 1 Suhu 700°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 192 dan 360 buah
Sumber: Hasil Penelitian

Gambar 16 Point 2 Suhu 700°C Pecahan Kaca



Besar dan Kecil, 210 dan 372 buah
Sumber: Hasil Penelitian

Sementara pecahan kaca pada point 3, mal titik pecah ditempatkan pada posisi center bagian kaca, kemudian dilakukan pemecahan kaca. Hasil pecahan kaca derlihatkan pada gambar 17. Dan Terakhir pengujian fragmentasi kaca 700°C pada point 4, mal titik pecah ditempatkan pada posisi pinggir kiri / kanan bagian kaca, kemudian dilakukan pemecahan kaca seperti diperlihatkan pada gambar 18.



Besar dan Kecil, 70 dan 168 buah
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 18 Point 4 Suhu 700°C Pecahan Kaca Besar dan Kecil, 104 dan 267 buah

4. KESIMPULAN

Pengaruh suhu 620, 650, dan 700°C terhadap fragmentasi kaca BZ321RCB dengan ketebalan 3,1 mm, sudah sesuai standar jumlah pecahan tidak boleh kurang dari 15 buah dalam area 50x50 mm. Pecahan terbesar pengujian fragmentasi berada pada point 4 di suhu 620°C dengan jumlah $n = 25$ buah. Sedangkan pengujian fragmentasi pada suhu 650°C terdapat pada point 3 dengan jumlah $n = 62$ buah, dan pengujian fragmentasi pada suhu 700°C terdapat pada point 3 dengan jumlah $n = 70$ buah.

Sedangkan pecahan terkecil pengujian fragmentasi dengan suhu 620°C terdapat pada point 2 dengan jumlah $n = 189$ buah. Sedangkan pengujian fragmentasi pada suhu 650°C terdapat pada point 1 dengan jumlah $n = 298$, dan pecahan terkecil pengujian fragmentasi suhu 700°C terdapat pada point 2 dengan jumlah $n = 372$ buah.

Dari hasil pengujian ini, suhu 700°C menghasilkan pecahan yang paling kecil, tidak sesuai standar karena $n > 400$. Pengujian pada point 3 dan 4 cenderung mempunyai pecahan lebih besar dari point 1 dan 2 di setiap suhu yang di uji. Sedangkan point 1 dan 2 cenderung mempunyai pecahan yang lebih kecil. Sehingga suhu 650°C merupakan suhu yang baik untuk memproduksi kaca BZ 321 RCB mempunyai pecahan yang standar disetiap point pengujianya.

DAFTAR PUSTAKA

Lestari, L., & Alhamdani, M. R. (2014). Penerapan Material Kaca dalam

Arsitektur. LANGKAU BETANG: JURNAL ARSITEKTUR, 1(2), 30-42.

Mingxuan, L. I., Guojian, L. U., Zhongri, H. U., Xiujuan, M. E. I., Le, L. I., & Liping, W. A. N. G. (2014). Research on fire endurance of tempered glass based on infrared imaging technology. *Procedia Engineering*, 84, 553-557.

Lee, H., Cho, S., Yoon, K., & Lee, J. (2012). Glass thickness and fragmentation behavior in stressed glasses.

Zhang, X., & Hao, H. (2015). Fragmentation characteristics of tempered glass windows under air blast wave. In *The 3rd International Conference of Protective Structures (ICPS3)*. Newcastle, Australia.

Pourmoghaddam, N., & Schneider, J. (2018). Experimental investigation into the fragment size of tempered glass. *Glass Structures & Engineering*, 3(2), 167-181.

Nielsen, J. H., & Bjarrum, M. (2017). Deformations and strain energy in fragments of tempered glass: experimental and numerical investigation. *Glass Structures & Engineering*, 2(2), 133-146.