

RANCANG BANGUN *AUTOCLAVE* MINI UNTUK UJI KOROSI

Yatno Dwi Agus Susanto, Ahmad Paid
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *AUTOCLAVE* MINI UNTUK UJI KOROSI. Telah dilakukan rancang bangun *autoclave* mini untuk mendukung kegiatan penelitian dan pengembangan bahan komponen struktur bahan bakar nuklir terhadap korosi. Tujuan kegiatan ini adalah perancangan dan pembuatan *autoclave* mini yang akan digunakan untuk menguji material hasil pembuatan paduan Al terhadap korosi. Tahapan dan metodologi kegiatan yang dilakukan meliputi perancangan dan pembuatan tabung sampel, pembuatan panel kontrol, serta uji fungsi alat. *Autoclave* mini terdiri dari tangki terbuat dari tabung SS-316 yang memiliki ketahanan terhadap korosi dengan diameter 3 inchi schedule 40ST, pelat untuk sampel ditempatkan didalam tabung, flens penutup atas yang dilengkapi O-ring viton dan *heater* berbentuk sabuk yang diikat pada tabung ukuran \varnothing 90 mm tebal 15 cm dengan daya 1300 watt. Dari hasil uji fungsi menunjukkan alat dapat dioperasikan dengan perbedaan temperatur *setting* dan aktual sebesar ± 2 °C sehingga *autoclave* mini dapat digunakan untuk uji korosi.

Kata kunci : *Autoclave* mini, rancang bangun, uji korosi

PENDAHULUAN

Dalam rangka mendukung kegiatan penelitian dan pengembangan bahan struktur terutama pada pengujian material bahan struktur terhadap korosi diperlukan alat yang dapat dipergunakan untuk melakukan uji korosi yang lebih efisien tetapi aman dan dapat dioperasikan secara kontinyu dalam waktu yang lama. Sehingga diperlukan kegiatan perancangan dan pembuatan *autoclave* mini untuk menguji material hasil pembuatan paduan Al terhadap korosi dalam rangka penelitian dan pengembangan komponen struktur bahan bakar nuklir terutama *cladding* bahan bakar nuklir tipe pelat yang digunakan untuk reaktor riset MTR (*Material Testing Reactor*)^[1].

Dalam melakukan kegiatan perancangan dan pembuatan *autoclave* mini ini disesuaikan dengan kebutuhan sampel yang akan diuji korosi. Pelaksanaan kegiatan meliputi penentuan kriteria pembuatan desain/gambar, pembuatan, dan uji fungsi. Bagian-bagian *autoclave* mini terdiri dari tabung sampel, *heater* dan panel kontrol sebagai pengendali panas berdasarkan masukan dari termokopel. Panas yang terukur adalah panas yang terdapat pada bagian dalam dari tabung sampel yang diisi dengan air bebas mineral.

Material yang digunakan dalam pembuatan tabung sampel terbuat dari SS-316 yang diharapkan tahan terhadap korosi, sedangkan panas yang diperlukan pada

pengujian korosi sekitar 100 °C s.d. 200 °C dan mampu dioperasikan secara kontinyu dalam waktu yang relatif lama.

METODOLOGI

Dalam pelaksanaan kegiatan rancang bangun *autoclave* mini ini ada beberapa tahapan kegiatan meliputi :

- Penentuan kriteria desain
- Perancangan dan pembuatan tabung sampel
- Pembuatan panel kontrol
- Uji fungsi alat

Penentuan kriteria desain

Dalam menentukan perancangan *autoclave* mini menyesuaikan pada kebutuhan yaitu:

- Dimensi tabung mengacu pada ukuran sampel hasil peleburan yang akan dilakukan uji korosi
- Pemilihan material untuk tabung harus memiliki ketahanan terhadap korosi di dalam air
- Temperatur mengacu pada pengujian korosi sekitar 100 °C s.d. 200 °C dengan waktu operasi selama 30 hari, tekanan yang akan terjadi pada temperatur tersebut sekitar 225 psi atau 15,5 bar^[2]
- Dalam pengoperasiannya *autoclave* mini harus dapat mengendalikan temperatur dalam tabung selama operasi uji korosi
- Sebelum digunakan untuk uji korosi, peralatan *autoclave* mini ini harus dilakukan uji fungsi sesuai dengan temperatur uji korosi untuk mengetahui kehandalan alat tersebut.

Perancangan dan pembuatan tabung sampel

Autoclave mini yang dirancang disesuaikan dengan ukuran sampel yang akan dilakukan uji korosi yaitu (p x l) sekitar 2 x 4 cm. Bagian *autoclave* mini terdiri dari tangki terbuat dari tabung SS-316 yang memiliki ketahanan terhadap korosi dengan diameter 3 inchi *schedule* 40ST, pelat untuk sampel yang dilubangi \varnothing 2 mm ditempatkan didalam tabung, flens penutup atas untuk menjaga kebocoran dilengkapi O-ring viton memiliki kemampuan temperatur hingga 200 °C^[3] dan pada bagian luar ditempatkan *heater* berbentuk sabuk yang diikatkan pada tabung ukuran \varnothing 90 mm tebal 15 cm dengan daya 1300 watt. Kemampuan tabung yang menahan gaya pecah yang terjadi sepanjang penampang longitudinal dan melintang akibat perubahan temperatur sehingga terjadi kenaikan tekanan dari dalam tabung dihitung menggunakan persamaan^[4] :

$$P = \frac{2 \times \sigma_t \times t}{(OD - 2t) \times SF} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

P = Tekanan dalam tabung (Psi)

σ_t = Tegangan tarik (Psi)

t = Tebal tabung (in)

OD = Diameter luar tabung (in)

SF = Faktor keselamatan

Material untuk tabung menggunakan SS-316 yang memiliki tegangan tarik material SS-316 pada suhu sekitar 316 °C sebesar 71.150 psi atau 492 Mpa^[5], diameter luar = 88,9 mm= 3,5 in, ketebalan tabung = 5 mm = 0,196 in dengan SF (*Safety Factor*) = 1,5.

$$P = \frac{2 \times 71.150.Psi. \times 0,196.in}{(3,5 - 2 \times 0,196).in \times 1,5}$$

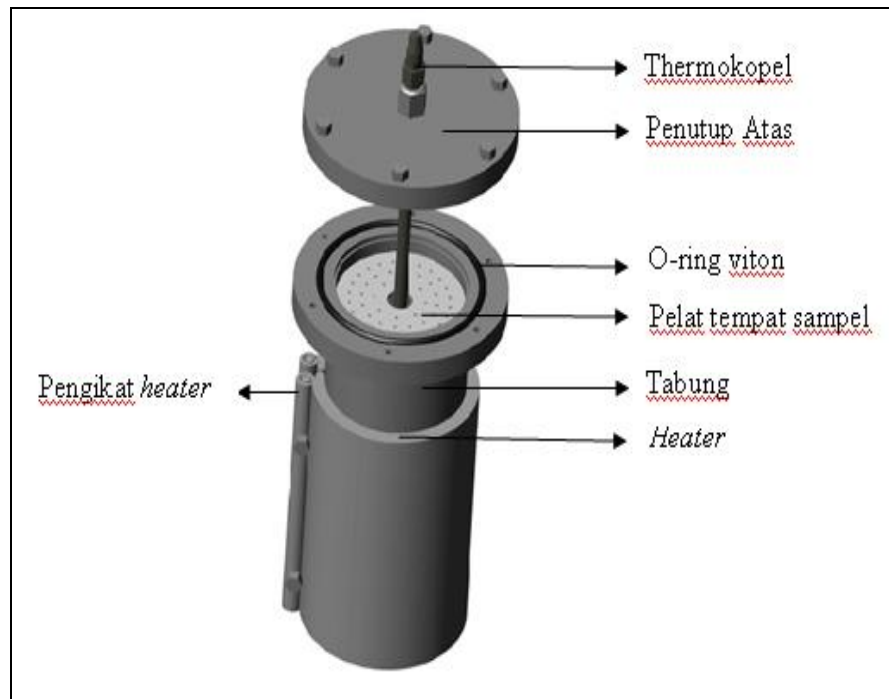
$$P = 5982,5 \text{ Psi} = 41,2 \text{ Mpa}$$

Dari rancang bangun *autoclave* mini yang telah dibuat spesifikasi komponen seperti pada Tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Perancangan

Nama Bagian	Ukuran / spesifikasi	Bahan
Tabung	Diameter luar 88,9 mm, tebal 5 mm Penutup bawah tebal 5 mm Tinggi 220 mm	Pipa SS-316, Ø 3 inchi schedule 40 ST
	<i>Flens</i> : diameter 136, tebal 15 mm	Pelat SS-316, tebal 16 mm, Ø136 mm
Penutup Atas	Diameter 136, tebal 15 mm	Pelat SS-316, tebal 16 mm Ø136 mm
Pelat tempat sampel	Diameter 81,5 mm, tebal 1 mm	Pelat SS-316 t = 1 mm Ø 82 mm
Dudukan thermokopel	<i>Fokring</i> 1/4 - SS-316	SS-316
Seal	<i>O-ring</i> viton 2-344 V75	Karet tahan terhadap temperatur 200 °C
Mur baut	M 6	SS-304
Thermokopel	Thermocouple Type K	Thermocouple Type K, Ø 6 x 150 mm, kabel screen silver 1 meter
Kontrol	<i>Temperature controller</i> ^[6] , Autonics : TZN4S dan Relay	<i>Temperature controller</i> -TZN4S, relay, <i>push button</i> , dan kabel
<i>Heater</i>	Ukuran Ø 90 mm, t = 15 cm, daya 1300 watt	

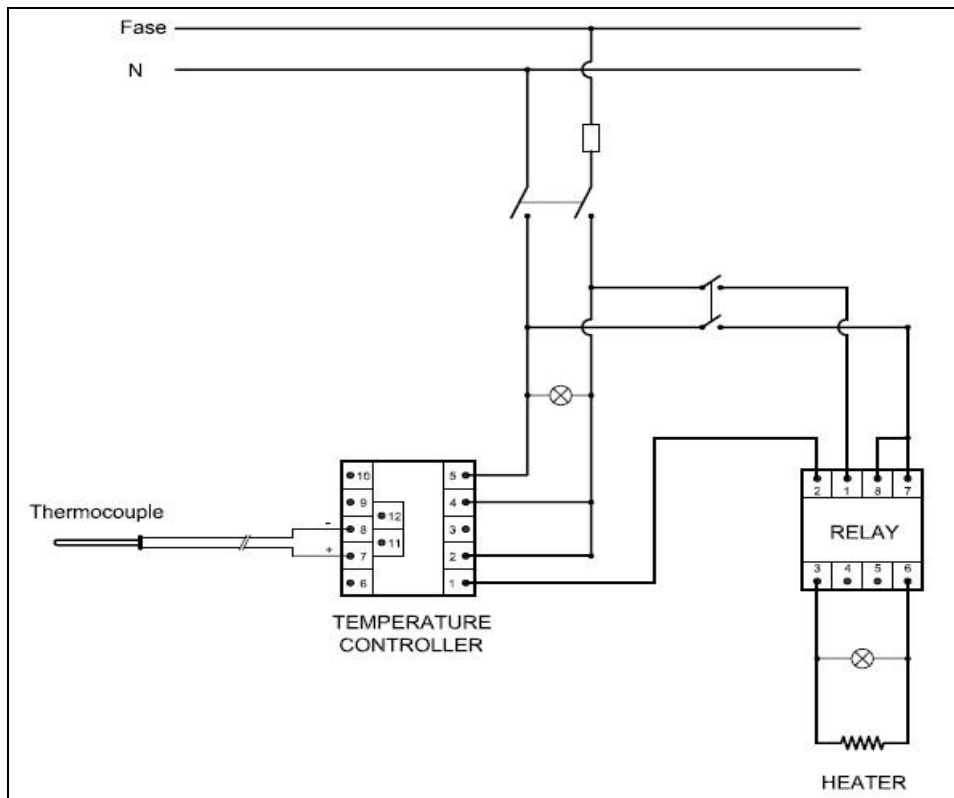
Adapun ukuran sampel yang dapat dimasukkan disesuaikan dengan sampel uji korosi dengan ukuran (p x l) sekitar 2 x 4 cm. Dalam pembuatan tabung seperti pada Gambar 1. menggunakan peralatan seperti : mesin bubut, mesin bor dan mesin las argon untuk menyambung antara bagian *flens* dan tangki



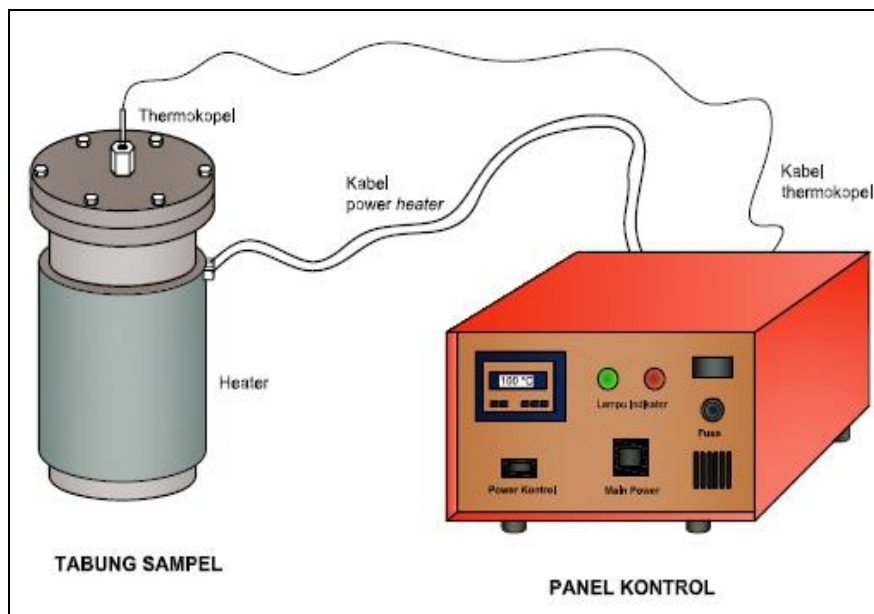
Gambar 1. Tabung uji korosi

Pembuatan panel kontrol

Dalam pengoperasian *autoclave* mini menggunakan panel kontrol dan dilengkapi dengan termokopel tipe K yang digunakan sebagai pengendalian temperatur dalam tabung. Adapun rangkaian atau wiring diagram kontrol dan pengendali *heater* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. *Wiring* diagram kontrol temperatur



Gambar 3. Tabung sampel dan panel pengontrol

Uji Fungsi

Setelah dilakukan pembuatan tabung sampel dan panel kontrol selanjutnya dilakukan uji fungsi menggunakan air bebas mineral dalam tabung sampel dan

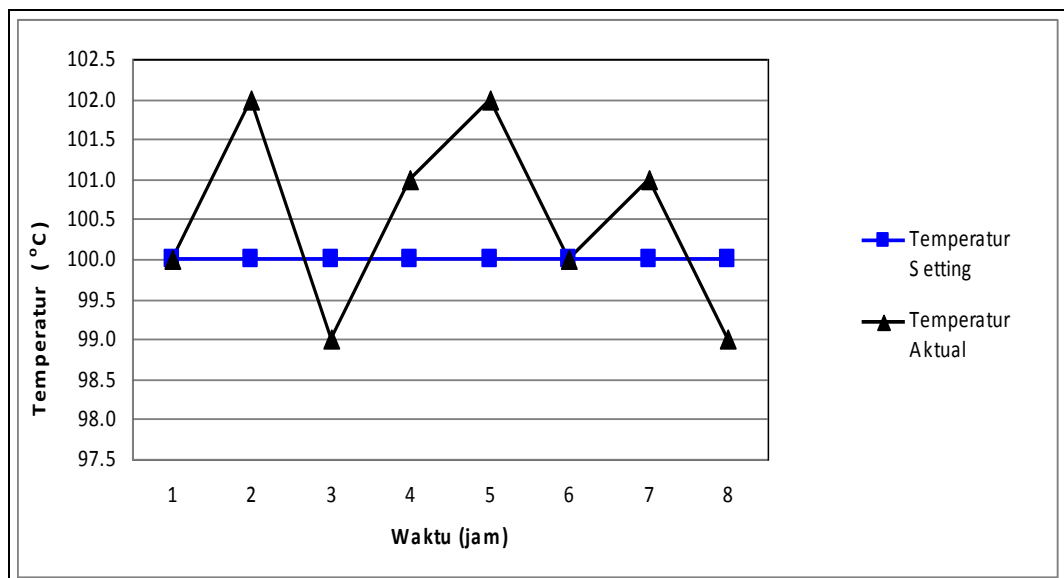
temperatur di-*setting* pada suhu 100 °C selama 5 hari x 24 jam secara terus menerus tanpa berhenti.



Gambar 4. Uji pengoperasian *autoclave* mini

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari kegiatan rancang bangun *autoclave* mini yang telah dibuat seperti pada ilustrasi Gambar 1, 2, dan 3, dapat dilakukan uji fungsi selama 5 x 24 jam seperti pada Gambar 4, sedangkan data grafik pada Gambar 5 diambil data hasil uji fungsi selama 8 jam hal ini didasarkan pada kestabilan alat relatif sama dan gambar grafiknya sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik hasil uji fungsi alat selama 8 jam

Dalam pemilihan bahan untuk tabung terbuat dari SS-316 adalah untuk menjaga ketahanan dari korosi sedangkan kemampuan operasinya sekitar 100 °C s.d. 200 °C hal ini disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan alat yang disesuaikan dengan kondisi air pada operasi reaktor riset sekitar 100 °C s.d. 200 °C, meskipun tabung *autoclave* mampu menahan tekanan hingga sebesar 5982,5 Psi atau 41,2 Mpa sehingga tabung masih sangat aman, sedangkan pengendalian temperatur menggunakan kontrol termokopel tipe K yang tersambung dengan kendali temperatur yang akan mengatur relay sebagai jembatan power masuk ke *heater*, dari hasil uji fungsi menunjukkan alat dapat digunakan dengan perbedaan temperatur *setting* dan aktual sebesar ± 2 °C.

KESIMPULAN

Telah diperoleh hasil rancang bangun *autoclave* mini yang sesuai kriteria perancangan dan telah diuji fungsi pada temperatur 100 °C selama 5 x 24 jam dengan perbedaan temperatur *setting* dan aktual sebesar ± 2 °C sehingga alat dapat digunakan untuk kegiatan uji korosi.

DAFTAR PUSTAKA

1. M. HUSNA AL HASA, YATNO DWI AGUS SUSANTO, SLAMET PRIBADI, RAHMIATI, "Pengembangan Teknologi Bahan Struktur dan Dukung Elemen Bakar Nuklir Paduan logam Alumunium", Prosiding Hasil-hasil Penelitian EBN Tahun 2008, PTBN-BATAN 2008.
2. ANONIM, "Basic Principles For The Design of Centrifugal Pump Installations"
3. Situs internet : <http://www.marcorubber.com/viton.htm>
4. Situs internet : http://www.engineersedge.com/pipe_bust_calc.htm
5. ANONIM, "SANDMEYER STEEL COMPANY", One Sandmeyer Lane, Philadelphia, PA 19116-3598, <http://www.sandmeyersteel.com>.
6. ANONIM, "Temperature Controller TZN4S Series Manual" : Autonics

Lampiran 1. Gambar detail tabung

