

Sistem Kerja *Blowdown* pada Mesin Boiler

Andi Frastiyo¹, Mohammad Arsyad²

^{1,2}Program Studi D3 Teknik Elektronika Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Email-Address: Andi.Frastiyo7@gmail.com

ABSTRAK

Boiler blowdown adalah proses pembuangan air dari boiler. Tujuannya adalah untuk mengendalikan air boiler terhadap parameter yang ditentukan antara lain untuk meminimalkan scale, corrosion, carryover, dan masalah khusus lainnya. Blowdown juga digunakan untuk menghapus endapan yang tidak diperlukan di dalam sistem dan juga sebagai pengontrol tekanan berlebih pada boiler. Endapan ini biasanya disebabkan oleh kontaminasi feedwater, internal precipitates secara kimiawi, atau melampaui batas kelarutan garam. Akibatnya beberapa air boiler akan dibuang (blowdown) dan digantikan dengan feedwater yang baru.

Untuk menjaga kualitas air umpan boiler selain dengan chemical treatment juga dengan menggunakan sistem blowdown, yang secara continuous dan intermittent air umpan tersebut dibuang untuk menjaga kualitas air umpan boiler. Adapun permasalahan yang timbul akibat system continuous blowdown adalah berupa terbuangnya energi kalor oleh fluida dalam jumlah yang besar tanpa adanya pemanfaatan kembali energi tersebut.

Kata kunci : blowdown, steam, otomatis

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan pembangunan kesehatan nasional seperti yang telah digariskan dalam sistem kesehatan nasional, yaitu tercapainya kemampuan untuk hidup sehat bagi setiap penduduk agar dapat

mewujudkan derajat kesehatan masyarakat yang optimal. Derajat kesehatan yang optimal dapat dicapai dengan peningkatan mutu lingkungan, perubahan tingkah laku masyarakat dan pelayanan kesehatan masyarakat yang merata, menyeluruh dan terpadu.

Kebutuhan dan tuntutan masyarakat akan mutu pelayanan kesehatan semakin meningkat sejalan dengan peningkatan pengetahuan dan kemampuan masyarakat maupun perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kesehatan. Tuntutan akan mutu pelayanan kesehatan masyarakat yang semakin meningkat dan kompleks tentunya harus didukung pula dengan perkembangan teknologi kesehatan yang baik.

Perkembangan dan kemajuan peralatan teknik elektronika yang begitu pesat selaras dengan perkembangan ilmu pengetahuan, sehingga semakin terasa kebutuhan akan peralatan tersebut dalam upaya mewujudkan pelayanan kesehatan masyarakat secara optimal. Dalam hal ini dituntut pula adanya tenaga kesehatan yang mampu menangani dan mengelola peralatan rumah sakit secara baik dan profesional, mampu dalam memelihara, merencanakan, memasang serta memperbaiki alat tersebut sehingga dapat bermanfaat dan berdaya guna maksimal.

Tujuan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) sebagai lembaga swasta dalam pendidikan bidang teknologi untuk dapat menghasilkan tenaga teknisi teknik elektronika yang mempunyai tanggung jawab dan dapat diandalkan secara profesional, memiliki rasa ingin tahu

dan etos kerja yang tinggi serta mempunyai jiwa nasionalisme sehingga diharapkan dapat berperan sebagai pelaku utama dalam pembangunan nasional khususnya di bidang teknologi elektronika.

1.1.1 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara kerja alat ini agar secara terprogram dapat membuang sejumlah padatan terlarut dan endapan partikel, sehingga kondisi uap kering mesin boiler senantiasa terjaga.
2. Bagaimana hasil dari prinsip kerja *blow down* dapat mempertahankan kualitas uap mesin boiler.
3. Bagaimana mendesain tampilan peralatan yang sesuai dengan kondisi perangkat dilapangan.

1.1.2 Faedah yang diharapkan

Sistem *blow down* pada mesin boiler ini, mempunyai beberapa faedah yang diharapkan, yaitu:

1. Mempermudah operator dalam melakukan *blow down* karena dengan menggunakan peralatan kontrol *blow down*.

2. Efisiensi pengolahan hasil produksi uap karena apabila tidak dilakukan blow down secara berkala maka mempengaruhi kualitas uap.
3. Dengan adanya prinsip kerja *blow down* yang baik dapat mengurangi penggunaan air dan bahan bakar serta biaya perbaikan, sehingga biaya operasional lebih hemat.

1.2 Tujuan Pengamatan

Berdasarkan masalah yang ditulis dalam perumusan masalah diatas, maka tujuan pengamatan ini sebagai berikut :

1. Memahami cara prinsip kerja *blow down* pada mesin boiler.
2. Dapat menerapkan algoritma dan pemrograman kontroler prinsip kerja *blow down* pada mesin boiler sehingga dapat digunakan pada peralatan mesin jenis yang lain.
3. Dapat mempelajari serta membuat tampilan alat yang sesuai dengan kondisi dan keadaan di lapangan.

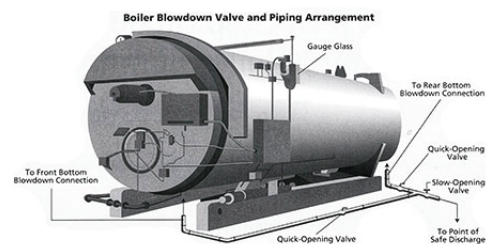
II. TEORI

Jika air dididihkan dan dihasilkan *steam*, padatan terlarut yang terdapat dalam air akan tinggal di boiler. Jika banyak padatan terdapat dalam air umpan, padatan tersebut

akan terpekatkan dan akhirnya akan mencapai suatu tingkat dimana kelarutannya dalam air akan terlampaui dan akan mengendap dari larutan. Diatas tingkat konsenrasi tertentu, padatan tersebut mendorong terbentuknya busa dan menyebabkan terbawanya air ke *steam*. Endapan juga mengakibatkan terbentuknya kerak di bagian dalam boiler, mengakibatkan pemanasan setempat menjadi berlebih dan akhirnya menyebabkan kegagalan pada pipa boiler.

Oleh karena itu penting untuk mengendalikan tingkat konsentrasi padatan dalam suspensi dan yang terlarut dalam air yang dididihkan. Hal ini dicapai oleh proses yang disebut '*blowing down*', dimana sejumlah tertentu volume air dikeluarkan dan secara otomatis diganti dengan air umpan – dengan demikian akan tercapai tingkat optimum total padatan terlarut (TDS) dalam air boiler dan membuang padatan yang sudah rata keluar dari larutan dan yang cenderung tinggal pada permukaan boiler. *Blowdown* penting untuk melindungi permukaan penukar panas pada boiler. walau demikian, *Blowdown* dapat menjadi sumber kehilangan panas yang cukup berarti, jika dilakukan secara tidak benar.

Berikut dibawah ini gambar 2.1 adalah rangkaian saluran pemipaan *Blow down*



Gambar 2.1 Rangkaian pemipaan saluran *blow down*

Peningkatan dalam konduktivitas menunjukkan kenaikan “pencemaran” air boiler. Metode konvensional untuk mem-*blowdown* boiler tergantung pada dua jenis *blowdown*, yaitu :

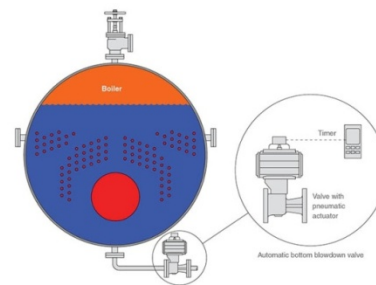
1. *Blowdown* yang sewaktu-waktu / *intermittent*

Blowdown yang sewaktu-waktu dioperasikan secara manual menggunakan sebuah kran yang dipasang pada pipa pembuangan pada titik terendah shell boiler untuk mengurangi parameter (TDS atau konduktivitas, pH, konsentrasi *Silica* dan *Fosfat*) dalam batasan yang sudah ditentukan sehingga tidak berpengaruh buruk terhadap kualitas *steam*. Jenis *blowdown* ini juga merupakan metode efektif untuk membuang padatan yang telah lepas dari larutan dan menempati pipa api dan permukaan dalam *shell boiler*. Pada *blowdown* yang sewaktu-waktu, jalur yang berdiameter besar dibuka untuk waktu sesaat, yang didasarkan pada aturan umum misalnya “sekali dalam satu shift untuk waktu 2 menit”.

Blowdown yang sewaktu-waktu menyebabkan harus ditambahkannya air umpan ke dalam boiler dalam jumlah besar dan dalam waktu singkat, sehingga

membutuhkan pompa air umpan yang lebih besar daripada jika digunakan *blowdown* kontinyu. Juga, tingkat TDS akan bervariasi, sehingga menyebabkan fluktuasi ketinggian air dalam boiler karena perubahan dalam ukuran gelembung steam dan distribusinya yang setara dengan perubahan dalam konsentrasi padatan. Juga, sejumlah besar energi panas hilang karena *blowdown* yang sewaktu-waktu.

Gambar 2.2 dibawah ini adalah posisi *valve blow down* sewaktu-waktu



Gambar 2.2 posisi *valve blow down* sewaktu-waktu

Blowdown yang kontinyu terdapat pemasangan yang tetap dan konstan sejumlah kecil aliran air boiler kotor, dengan penggantian aliran masuk air umpan yang tetap dan konstan. Hal ini menjamin TDS yang konstan dan kemurnian *steam* pada beban steam tertentu. Kran *blowdown* hanya diatur satu kali untuk kondisi tertentu, dan tidak perlu lagi diatur setiap saat oleh operator. Walaupun

sejumlah besar panas diambil dari boiler, tetapi ada peluang pemanfaatan kembali panas ini dengan mengembuskannya ke *flash tank* dan mengasihkan *flash steam*. Flash steam ini dapat digunakan untuk pemanasan awal air umpan boiler. Jenis *blowdown* ini umum digunakan pada boiler bertekanan tinggi.

Residu *blowdown* yang meninggalkan *flash vessel* masih mengandung energi panas yang cukup dan dapat dimanfaatkan kembali dengan memasang sebuah penukar panas untuk memanaskan air *make-up* dingin. Sistem pemanfaatan kembali panas *blowdown* yang lengkap hingga 80% energi yang terkandung dalam *blowdown*, yang dapat diterapkan pada berbagai ukuran boiler steam dengan waktu pengembalian modalnya bisa kembali hanya dalam beberapa bulan.

Pengendalian

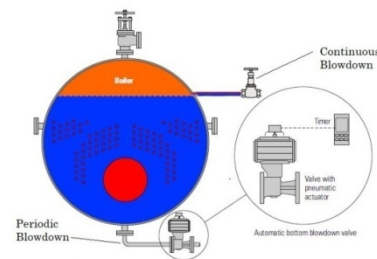
blowdown boiler yang baik dapat secara signifikan menurunkan biaya perlakuan dan operasional yang meliputi:

- a. Biaya perlakuan awal lebih rendah.
- b. Konsumsi air *make-up* lebih sedikit.
- c. Waktu penghentian untuk perawatan menjadi berkurang.
- d. Umur pakai boiler meningkat.

- e. Pemakaian bahan kimia untuk pengolahan air umpan menjadi lebih rendah.

2. *Blow down* kontinyu

Blow down kontinyu adalah sistem *blow down* yang dipasang dekat dengan level permukaan air pada steam drum yang dimaksudkan untuk menjaga tingkat padatan pada steam drum dan dilakukan secara terus menerus. Dibawah ini gambar 2.3 adalah rangkaian *blow down* kontinyu.



Gambar 2.3 Posisi valve *blow down* kontinyu

Pengendalian endapan dalam boiler dapat diakibatkan dari kesadahan air umpan dan hasil korosi dari sistem kondensat dan air umpan. Kesadahan air umpan dapat terjadi karena kurangnya sistem pelunakan. Endapan dan korosi menyebabkan kehilangan efisiensi yang dapat menyebabkan kegagalan dalam pipa boiler dan

ketidakmampuan memproduksi *steam*. Endapan bertindak sebagai isolator dan memperlambat perpindahan panas. Sejumlah besar endapan diseluruh boiler dapat mengurangi perpindahan panas yang secara signifikan dapat menurunkan efisiensi boiler. Berbagai jenis endapan akan mempengaruhi efisiensi boiler secara berbeda-beda, sehingga sangat penting untuk menganalisis karakteristik endapan. Efek pengisolasian terhadap endapan menyebabkan naiknya suhu logam boiler dan mungkin dapat menyebabkan kegagalan pipa karena pemanasan berlebih.

Bahan kimia yang paling penting dalam air yang mempengaruhi pembentukan endapan dalam boiler adalah garam kalsium dan magnesium yang dikenal dengan garam sadah. *Kalsium* dan *magnesium bikarbonat* larut dalam air membentuk larutan basa/alkali dan garam-garam tersebut dikenal dengan kesadahan alkali. Garam-garam tersebut terurai dengan pemanasan, melepaskan karbon dioksida dan membentuk lumpur lunak, yang kemudian mengendap. Hal ini disebut dengan kesadahan sementara – kesadahan yang dapat dibuang dengan pendidihan.

III. CARA PENGAMATAN

3.1 Alat Pengamatan

Di RSUP Dr Sardjito Yogyakarta terdapat mesin boiler digunakan untuk menghasilkan uap dengan kapasitas sekitar 2.5 ton/jam dengan tekanan maksimal 10 bar. Pada Boiler jenis ini nyala api dan panas diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar solar industri untuk *transfer* panasnya dengan penggunaan dalam sehari lebih kurang 1000 liter. Boiler ini menghasilkan suhu *steam* hasil pembakaran $\pm 184^{\circ}\text{C}$.

Efisiensi dalam proses pembakaran air menjadi *steam* tidak lepas dari peran serta sistem kontrol blow down, yang berfungsi secara periodik untuk membuang endapan-endapan air panas yang berada didalam mesin boiler sehingga kualitas steam yang dihasilkan benar-benar kering dan bersih. Berikut gambar 3.1 dibawah ini adalah rangkaian kontrol *blow down*.



Gambar 3.1 Rangkaian Kontrol *Blow down*

III.2 Jalan Pengamatan

Sama seperti *relay*, saklar *pneumatic* dan peralatan pabrikan

lainnya yang tersusun dari berbagai komponen sehingga alat tersebut dapat beroperasi dan menjalankan perannya. Sistem kontrol *blow down* ini juga tersusun dari berbagai macam komponen dengan fungsinya masing-masing. Di bawah ini adalah fungsi dari masing-masing komponen yang ada pada sistem kontrol *blow down* :

III.2.1 Time Delay Relay (TDR)

Time Delay Relay (TDR) atau sering juga disebut relay penunda batas waktu, banyak digunakan dalam instalasi kelistrikan terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis.

Fungsi dari peralatan kontrol ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu lamanya membuka dan menutup valve blow down serta tiap berapa jam untuk membuka valve blow down.

Dibawah ini gambar 3.2 adalah *Time Delay Relay (TDR)*

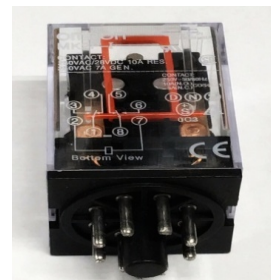


Gambar 3.2 *Time Delay Relay (TDR)*

III.2.2 Relay

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen

elektromechanical yang terdiri dari 2 (dua) bagian utama, yaitu : *Elektromagnet (coil)* dan kontak saklar. Komponen ini berfungsi untuk menghubungkan arus listrik dari *time delay relay (TDR)* ke komponen *valve blow down*. Berikut dibawah ini gambar 4.3 adalah *Relay*



Gambar 3.3 *Relay*

III.2.3 Selenoid

Pada rangkaian sistem kontrol *blow down*, selenoid digunakan sebagai pengatur jalur angin pada saat angin akan disalurkan ke *valve blow down*. Komponen ini merupakan hal yang utama harus ada pada rangkaian sistem kontrol *blow down*. Untuk mengontrol *selenoid* dibutuhkan arus listrik sebagai penggeser katup yang ada didalam selenoid dengan cara mengaktifkan magnet yang ada didalam *selenoid*, sehingga katup bisa bergeser untuk mentransfer udara bertekanan ke jalur yang akan disaluri udara bertekanan.

Berikut dibawah ini gambar 3.4 adalah *selenoid*



Gambar 3.4 Selenoid

III.2.4 Pressure regulator air

Pressure Regulator adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengatur suatu sistem tekanan fluida gas atau cair dari sistem sumber tekanan yang tinggi sehingga menghasilkan tekanan yang lebih rendah sesuai kebutuhan suatu sistem. Sumber sistem tekanan yang tinggi misalnya yang berasal dari kompresor, pompa, tanki reservoir serta sistem tekanan tinggi lainnya yang didistribusikan ke suatu sistem tertentu akan terlebih dahulu dilakukan penurunan sehingga sesuai dengan spesifikasi kebutuhan sistem, atau juga untuk kebutuhan keamanan dan keselamatan penggunaan.

Adanya *Pressure Reducing Valve* berfungsi untuk mengatur tekanan udara bertekanan agar stabil dan rata. Dalam hal ini penggunaannya untuk mengalirkan udara bertekanan ke komponen *valve blow down*. Dibawah ini gambar 3.5 adalah *Pressure regulator air*.



Gambar 3.5 Pressure regulator air

III.2.5 Saklar dan lampu indikator

Pada panel kontrol sistem *blow down* terdapat saklar, tombol dan lampu indikator yang berfungsi untuk mengontrol pengaturan pengoperasian sistem *blow down* pada posisi manual atau otomatis. Lampu indikator yang terpasang ada 2 (dua) warna, yaitu : merah dan hijau. Jika warna merah menyala menandakan bahwa *valve blow down* dalam kondisi tertutup dan jika warna hijau menyala menandakan bahwa *valve blow down* dalam kondisi terbuka.

Dibawah ini gambar 3.6 adalah panel indikator dan saklar



Gambar 3.6 Panel indikator dan saklar

III.2.6 Valve blow down

Valve blow down adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang

berfungsi untuk mengatur, mengontrol, dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau menutup sebagian aliran fluida. Dalam hal ini *valve blow down* berfungsi sebagai katup untuk membuang material endapan yang ada di dalam mesin boiler dengan jangka waktu tertentu yang telah diatur sebelumnya. Di bawah ini gambar 3.7 adalah *valve blow down*



Gambar 3.7 *Valve blow down*

3.3 Kesulitan-Kesulitan

Suatu boiler yang dioperasikan tanpa kondisi air yang baik, cepat atau lambat akan menimbulkan masalah-masalah yang berkaitan dengan kinerja dan kualitas dari sistem pembangkit uap itu sendiri. Banyak masalah dan kesulitan yang ditimbulkan akibat kurangnya penanganan mesin boiler, salah satunya adalah air umpan. Akibat dari kurangnya penanganan terhadap air umpan boiler akan dapat menimbulkan berbagai masalah, yaitu

IV. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengamatan

Perlu dipahami bahwa air umpan boiler masih mengandung pengotor sebagai padatan terlarut yang

pembentukan kerak. Kerak yang menyelimuti permukaan boiler berpengaruh terhadap perpindahan panas permukaan dan akan menurunkan efisiensi boiler.

Selama ini ini untuk mengurangi terjadinya pembentukan kerak pada boiler dilakukan beberapa pencegahan dengan melakukan *blow down* atau membuang endapan yang ada dibawah permukaan air *drum* boiler secara teratur dan dilakukan setiap 2 jam sekali selama 10 detik. Rangkaian kendali *blow down* ini berisi relay dan timer yang berfungsi untuk mengatur setiap 2 jam sekali secara otomatis membuka kran *blowdown*. Hal ini dilakukan agar endapan-endapan mineral penyebab kerak tidak segera menempel pada dinding boiler karena secara teratur selalu dibuang melalui kran pembuangan.

Apabila terjadi kesalahan sistem yang diakibatkan pemutusan listrik secara tiba-tiba, maka sistem pengaturan timer akan kembali ke awal lagi dan periodik pembuangan endapan kotoran menjadi tidak teratur waktunya. Jika sering terjadi berulang kali, maka akan mengakibatkan kurangnya efisiensi steam yang digunakan karena ikut terbuang dalam proses *blow down*

biasa disebut dengan *Total Dissolved Solids (TDS)*. Pengotor yang terus menerus masuk ke dalam boiler ini akan terakumulasi dengan cepat ke dalam boiler, karena air boiler terus menerus menjadi steam. Jika akumulasi *TDS* dibiarkan, maka akan terjadi masalah seperti penyumbatan

dan overheating, untuk mengatasi atau menghindari permasalahan tersebut maka diperlakukan proses pembuangan kotoran dengan perhitungan blow down yang tepat. Penting dilakukan kontrol yang seksama terhadap semua peralatan pada boiler untuk memastikan bahwa semuanya berada dalam kondisi siap pakai, terutama pada kontrol *blow down*:

Hal-hal yang harus diperhatikan sebelum menghidupkan panel kontrol *blow down*, yaitu :

1. Periksa dan pastikan secara visual terhadap semua komponen.
2. Periksa *level* air pada glass penduga, cobakan gelas penduga, guna memastikan bahwa *level* air sekitar setengah gelas penduga.
3. Periksa *perssure gauge*, berfungsi baik atau tidak.
4. Periksa dan pastikan *blow down valve* dalam posisi tertutup.
5. Periksa tangki air umpan dan isi bila di perlukan, Tes alarm untuk *level* air tinggi dan *level* air rendah (*level* pertama dan kedua). Ini dilakukan dengan memompakan air ke *level* yang tinggi kemudian buang menjadi *level* pertama dan kedua, kembalikan lagi *level* air diboiler sekitar setengahnya.
6. Periksa dan pastikan bahwa mesin boiler beroperasi dengan baik.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Langkah kerja

Langkah kerja pengoperasian sistem *blow down*, yaitu :

1. Menghidupkan power panel kontrol *blow down*.
2. Membuka kran supply udara bertekanan regulator udara.
3. Membuka stop kran *valve blow down*.
4. Mengatur saklar kontak pada posisi otomatis.
5. Panel sistem kontrol siap digunakan.

4.2.2 Cara pengoperasian

Cara kerja pengoperasian sistem kerja *blow down* adalah

1. Power suplay masuk melewati *time delay relay (TDR) 1* yang diatur bekerja setiap 1 (satu) jam sekali, setelah bekerja akan menghidupkan *relay 1*, yang kemudian menghidupkan *time delay relay (TDR) 2*.
2. Setelah *TDR 2* bekerja setelah sebelumnya diatur bekerja selama 10 (sepuluh) detik, maka selanjutnya akan menghidupkan *relay 2* dan kemudian mengalirkan arus listrik untuk membuka kontak *solenoid*.
3. Selanjutnya setelah *solenoid* bekerja, maka akan membuka aliran katup udara menuju ke *valve blow down*.

4. Setelah katup *Valve blow down* terbuka maka endapan yang berada di dalam drum boiler akan mengalir melalui pipa pembuangan menuju bak penampungan kondensat.
 5. Kerja sistem kontrol *blow down* akan berulang setiap 1 (satu) jam sekali sampai operasional mesin boiler dimatikan.
 6. Apabila terjadi kesalahan sistem, maka tindakan *blow down* dapat dilakukan secara manual dengan cara membuka stop kran yang dihubungkan secara paralel dengan *valve blow down*.
4. Melakukan pengecekan kondisi kerja *solenoid*.
 5. Melakukan pengecekan kondisi kerja *valve blow down*.
 6. Melakukan pengecekan sambungan-sambungan kabel-kabel kelistrikan.

Dibawah ini gambar 4.1 adalah Panel kontrol blow down



Gambar 4.1 Panel kontrol blow down

4.2.3 Perawatan dan pemeliharaan

Perawatan dan pemeliharaan panel blow down dilakukan setiap 6 (enam) bulan sekali yang meliputi :

1. Membersihkan kotoran pada panel kontrol.
2. Mengecek kondisi komponen-komponen yang ada di dalam panel kontrol.
3. Melakukan pengecekan kondisi regulator udara.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dengan melakukan pengoperasian dan perawatan yang baik serta berpedoman pada standar (*SOP, Manual Book, Pedoman* dan lain-lain) yang telah ditetapkan maka dapat disimpulkan :

1. Pengoperasian yang baik dan sesuai dengan standar yang ditetapkan akan membuat panel kontrol *blow down* mesin boiler semakin aman baik dari sisi pengguna (operator) maupun boiler itu sendiri.
2. Perawatan panel kontrol *blow down* boiler harus dilakukan secara rutin dan kontinu akan memperpanjang umur pemakaian dan penghematan biaya produksi serta perawatan (*maintenance*).
3. Mahasiswa dapat memahami dunia pekerjaan yang sesungguhnya dan mampu mengimplemantasikan ilmu yang didapat saat pembelajaran di kampus.
4. Mahasiswa dapat mengenal sistem kontrol *blow down* mesin boiler sebagai alat yang optimal dalam proses pelayanan distribusi uap untuk kebutuhan rumah sakit.

5.2 Saran

1. Untuk menambah usia mesin lebih maksimal, maka perlu dilakukan pemeliharaan *maintenance* secara berkala.

2. Pentingnya kesadaran setiap pekerja untuk memelihara mesin yang dioperasikan sehingga dapat menambah efisiensi kinerja mesin menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Rs Sardjito, 2019. "PPID,"
<http://ppid.sardjito.co.id/index.php/sejarah/>.

Djokosetyardjo, M.J. 1990. Ketel Uap. Jakarta : Pradya Paramitha

Febriantara, Aris. 2008. Klasifikasi Mesin Boiler. Jakarta.

Anonim. 2011. Bagian-Bagian Boiler. UNEP.

Anonim. 2006. Peralatan Energi Panas : Boiler dan Pemanas Fluida Termis. UNEP.

Woodruff. 1981. Teori Pembakaran (Jurnal). Riau : Universitas Riau