

PENGENDALIAN SUHU PADA SISTEM DISTILASI AIR LAUT MENGUNAKAN YOKOGAWA DCS CENTUM VP

Indra Dwi Cahya¹, Erni Yudaningtyas, Dr., Ir., MT.², Purwanto, Ir., MT.³

¹Mahasiswa Teknik Elektro, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: indradc94@gmail.com

ABSTRAK

Air bersih di daerah pesisir seperti kota Surabaya, menjadi hal yang sangat penting. Karena ketersediaan air dengan kebutuhan warga tidak sebanding. Dalam pemenuhan kebutuhan air diperlukan sebuah alat yang dapat mengatasi air bersih. Air laut memiliki kadar garam yang sangat tinggi, sehingga diperlukan penyaringan air untuk menghasilkan air tawar. Proses penyaringan air laut disebut dengan distilasi. Distilasi dapat mengubah air laut menjadi air tawar dengan 2 proses. Evaporasi dan kondensasi, adalah proses yang mengubah air menjadi uap kemudian diubah menjadi air tawar yang dapat digunakan untuk pemenuhan kebutuhan air bersih. Proses distilasi memerlukan alat yang bersifat massive (besar). Oleh karena itu dalam hal pengendalian prosesnya dibutuhkan sebuah *Distributed Control System* (DCS). Dengan DCS, pengendalian proses evaporasi maupun kondensasi dapat secara mudah dimonitor. Dengan pemanfaatan graphic mode sebagai *Human Manufactur Interface* (HIS) yang dapat secara mudah diamati perubahan variable-variabel yang terjadi didalam proses pengendalian. Penggunaan DCS tidak lepas dari proses sensing sebagai masukan system. Proses sensing yang dipilih menggunakan PT100 dan transmitternya. PT100 unggul dalam rentan suhu yang tinggi dan dapat secara langsung bersentuhan dengan media yang diamati. Dalam hal pengendalian, digunakan pengendalian on-off pada actuator yang dipilih karena perubahan suhu memiliki akumulatif waktu yang lama dalam proses perubahannya. Dengan memanfaatkan pengendalian on-off pada aktuator berupa kipas Niddec Gamma 32, hasil dari proses kondensasi dapat dimaksimalkan

Kata kunci : *Distributed Control System* (DCS), Distilasi, Niddec Gamma 32, PT100

ABSTRACT

Clean water in coastal areas such as Surabaya, becomes very important. Because of the availability of water to the resident's needs are not comparable. In meeting water needs required a tool that can cope with the clean water. Sea water has a very high salt content, so that the necessary filtering water to produce fresh water. Sea water filtration process is called distillation. Distillation can convert sea water into fresh water with 2 process. Evaporation and condensation, is a process that converts water into steam and then converted into fresh water that can be used to meet the needs of clean water. The distillation process requires tools that are massive (great). Therefore, in terms of controlling the process takes a *Distributed Control System* (DCS). With DCS, process control evaporation and condensation can be easily monitored. With the utilization of graphic mode as *Human Manufacture Interface* (HIS) that can be easily observed changes in variables that occur in the control process. The use of DCS can not be separated from the process as an input sensing system. Sensing process are selected using PT100 and transmitters. PT100 vulnerable excels in high temperature and can be directly in contact with the medium are observed. In terms of control, used on-off control on the actuator selected because of temperature changes have accumulative long time in the process of change. By utilizing on-off controller the actuator in the form of fan Niddec Gamma 32, the result of the condensation process can be maximized.

Keywords: *double busbar, switchyard 70 kV, Sengkaling substation*

I. PENDAHULUAN

Daerah pesisir kaya akan air, namun air bersih yang dapat digunakan sangat sedikit. Hal tersebut terjadi karena air yang tersedia adalah air laut. Air laut memiliki kadar garam yang sangat tinggi, sehingga air tersebut tidak dapat langsung digunakan untuk keperluan sehari-hari. Ketidakseimbangan antara jumlah dan pemanfaatan air tersebut dapat menjadi latar belakang dalam memajukan pengelolaan air.

Oleh karena itu ketersediaan air tawar menjadi prioritas yang penting.

Sistem distilasi adalah sebuah sistem yang dapat mengubah air laut menjadi air tawar. Dalam sistem distilasi, terdapat dua proses perubahan. Proses evaporasi dan kondensasi. Sistem tersebut akan menghasilkan air tawar dari air laut dengan penguapan air laut (evaporasi) yang kemudian diembunkan (kondensasi). Air tawar hasil sistem distilasi memiliki

kadar garam yang kecil dan bersih. Sehingga dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari.

Proses distilasi air laut merupakan proses yang membutuhkan media yang besar dan butuh daya tahan alat yang tinggi dalam menjalankan prosesnya. Dalam dunia industri, dibutuhkan alat yang fleksibel dalam pengembangan alat dan lebih efisien dalam hal penggunaan. Teknologi *Distributed Control System* (DCS) merupakan pilihan tepat dalam penggunaan proses-proses yang ada pada industri. *Distributed Control System* (DCS) memiliki keunggulan dalam respon kontrol. Dalam perbandingan dengan *Program Logic Control* (PLC), serial komunikasi *input* dan *output* DCS lebih banyak. Proses distilasi industri dilakukan kurang lebih 8 jam setiap harinya, maka diperlukan alat pengendali plant secara mudah dan cepat. *Distributed Control System* (DCS) merupakan perkembangan teknologi pengendalian yang mampu mengendalikan plant skala besar yang di butuhkan dalam proses distilasi air laut ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Distributed Control System* (DCS)

1. Pengertian DCS

Distributed Control System (DCS) adalah pengembangan sistem kontrol dengan menggunakan computer dan alat elektronik lainnya agar didapat suatu pengontrolan satu atau lebih dari satu loop sistem yang terpadu dan dapat dilakukan oleh semua orang dengan cepat dan mudah. Alat ini digunakan untuk mengontrol proses dalam skala menengah sampai besar.

2. Arsitektur DCS

a. *Human Machine Interface* (HMI), Unit ini digunakan untuk memonitor dan mengoperasikan suatu proses termasuk menampilkan proses *Variable*, parameter kontrol dan *alarm* yang diperlukan oleh pengguna untuk mengetahui kondisi operasi serta status dalam *plant*.

b. *Process Connection Devices*, atau disebut juga *FCS* (*Field Control Station*) yang berfungsi sebagai peralatan *controller* (*control station & monitoring station*) terdiri dari modul-modul CPU (*Processor*), *I/O Module*, *communication module* dan *Power Supply Module*.

c. *Data Communication Facilities* berfungsi sebagai media komunikasi data secara *real time* antar *station-station* yang terhubung pada *communication-bus* (*data highway*), terutama antara *control station*, *monitoring station* dengan *operator station*.



3. Komponen DCS

- Operator station* merupakan tempat dimana *user* melakukan pengawasan atau proses *monitoring* yang berjalan. *Operator station* digunakan sebagai *interface* dari sistem secara keseluruhan atau biasa juga dikenal dengan kumpulan dari beberapa HIS (*Human Interface Station*). Bentuk HIS berupa komputer biasa yang dapat mengambil data dari *control station*. *Operator station* dapat memunculkan *Variable* proses, parameter kontrol, dan alarm yang digunakan user untuk mengambil status operasi. *Operator station* juga dapat digunakan untuk menampilkan *trend data*, *messages*, dan data proses.
- Control module* merupakan bagian utama dari DCS. *Control module* adalah pusat kontrol atau sebagai otak dari seluruh pengendalian proses. *Control module* melakukan proses komputasi algoritma dan menjalankan ekspresi logika. Pada umumnya *control module* berbentuk *blackbox* yang terdapat pada panel atau *cabinet* dan dapat ditemui di *control room*. *Control module* biasanya menggunakan *mode redundant* untuk meningkatkan kehandalan kontrol.
- History Module, Alat ini mirip dengan *harddisk* pada komputer. Alat ini digunakan untuk menyimpan konfigurasi DCS dan juga konfigurasi semua titik di pabrik. Alat ini juga bisa digunakan untuk menyimpan *file – file* grafik yang ditampilkan di konsol dan banyak sistem saat ini mampu menyimpan data – data operasional sistem.
- Data Historian, Biasanya berupa perangkat lunak yang digunakan untuk menyimpan *variable – variable* proses, *setpoint* dan nilai-nilai keluaran. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan laju *scan* (saat ini yang tercepat sebesar 1 ms) yang tinggi dibandingkan *History module*.
- I/O Module, merupakan *interface* antara *control module* dengan *field instrument*. *I/O module* berfungsi menangani *input* dan *output* dari suatu nilai proses, mengubah sinyal digital ke sinyal analog dan sebaliknya. Modul *input* mendapatkan nilai dari *transmitter* dan memberikan nilai proses kepada FCU untuk diproses, sedangkan FCU mengirimkan *manipulated value* kepada modul *output* untuk dikirim ke aktuator. Setiap *field instrument* pasti memiliki pengalaman dan memiliki penamaan di *I/O module*. [7]

B. Air Laut

Air laut adalah air yang berasal dari laut yang memiliki rasa asin dan memiliki kadar garam yang tinggi. Sebagian besar komponen air laut adalah garam-garam yang beraneka ragam. Keberadaan garam-garam mempengaruhi sifat fisis air laut (seperti: densitas, kompresibilitas, titik beku, dan temperatur dimana densitas menjadi maksimum) beberapa tingkat. Beberapa sifat (viskositas, daya serap cahaya) tidak terpengaruh secara signifikan oleh salinitas. Dua sifat yang sangat ditentukan oleh jumlah garam di laut (salinitas) adalah daya hantar listrik (konduktivitas) dan tekanan osmosis. Garam-garam utama yang terdapat di dalam air laut adalah klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potassium (1%), dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromide, asam borak, strontium dan florida. Tiga sumber utama garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gas-gas vulkanik dan sirkulasi lubang-lubang hidrothermal (*hydrothermal vents*) di laut dalam.[9]

Kandungan garam mempengaruhi sifat-sifat air laut. Karena mengandung garam, titik beku air laut menjadi lebih rendah daripada 0°C (air laut bersalinitas 35%, titik bekunya $-1,9^{\circ}\text{C}$), sementara kerapatannya meningkat sampai titik beku (kerapatan maksimum air murni terjadi pada suhu 4°C). Sifat ini sangat penting sebagai penggerak pertukaran massa air panas dan dingin, memungkinkan air permukaan yang dingin terbentuk dan tenggelam ke dasar sementara air dengan suhu yang lebih hangat akan terangkat ke atas. Sedangkan titik beku dibawah 0°C memungkinkan kolom air laut tidak membeku. Sifat air laut yang dipengaruhi langsung oleh salinitas adalah konduktivitas dan tekanan osmosis.[8]

C. Distilasi

Distilasi adalah proses pemisahan suatu campuran yang terdiri dari dua atau lebih jenis cairan melalui pemanasan. Proses pemisahan campuran dengan cara penyulingan dilakukan dengan dua proses, yaitu penguapan dan pengembunan. Penguapan dari larutan yang terdiri atas dua jenis atau lebih cairan biasanya akan menghasilkan uap dengan komposisi berbeda dari cairannya. Umumnya yang terjadi adalah uap itu diperkaya dengan komponen yang lebih mudah menguap. Semakin besar perbedaan titik didih cairan yang akan dipisahkan maka akan semakin banyak komponen yang menguap sehingga memperkaya uap dan semakin cepat campuran akan terpisahkan dengan cara distilasi sederhana. [2]

Distilasi air menggunakan prinsip perubahan jumlah kalor yang menyebabkan terjadinya perubahan wujud zat. Kunci utama perubahan zat adalah jumlah kalor yang dikandungnya. Uap air mengandung kalor yang tinggi, sehingga ketika kalor dikurangi dengan turunnya suhu lingkungan, maka kalor yang terdapat dalam uap air akan berkurang (kalor sebanding dengan suhu, semakin tinggi kalor maka suhu akan semakin tinggi, begitu juga sebaliknya). Semakin

berkurangnya kalor, maka jarak antarpartikel dalam molekul air akan semakin dekat, sehingga ketika jarak sampai pada batas jarak partikel zat berwujud cair, maka berubahlah uap air menjadi embun. [6]

D. Kondensasi

Proses kondensasi terjadi jika uap menyentuh permukaan media yang suhunya di bawah suhu jenuh dari uap tersebut. Pada saat kondensat (hasil dari proses kondensasi) cairan terbentuk pada permukaan, maka kondensat akan mengalir pada media tersebut dikarenakan adanya pengaruh gaya gravitasi.

Setelah cairan membasahi permukaan, cairan tersebut akan menyebar dan membentuk suatu film (media). Proses semacam ini dinamakan kondensasi film. Jika pada permukaan tidak terbentuk cairan, maka akan ada tetesan-tetesan yang terbentuk dan bergerak menuruni permukaan. Ketika mereka bersentuhan dengan tetesan kondensat lainnya, kondensat tersebut akan menyatu. Proses ini dinamakan kondensat secara tetes (*dropwise condensation*). Kondensasi tambahan akan terjadi pada bidang batas (*interface*) cairan-uap, dan transfer energi yang terkait harus terjadi lewat konduksi di seluruh film kondensat. Pada kondensasi secara tetes, sebaliknya, selalu terdapat sesuatu permukaan ketika tetesan kondensat terbentuk dan mengalir. Karena itu, kondensasi secara tetes dihubungkan dengan laju transfer panas yang lebih tinggi dari kedua jenis fenomena kondensasi.[10]

E. Tembaga

Tembaga atau copper (Cu) merupakan logam yang dijumpai pada perairan alami dan merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan hewan. Tembaga termasuk logam yang sedikit dijumpai di alam, hanya ditemukan sekitar 0,1% dari kerak bumi. Mineral-mineral yang mengandung tembaga adalah kalkoprit (CuFeS_2), azanite, dan malachite.

Tembaga sendiri memiliki sifat bahan kuat, tidak berkarat dan merupakan penghantar arus listrik yang baik. Selain itu bahan tembaga memiliki daya serap kalor yang efektif dalam penggunaan sebagai media penghantar panas. Namun tembaga juga memiliki sifat kurang baik, yaitu tidak mudah dituang. Untuk mengatasi sifat kurang baik tersebut, tembaga cenderung dicampur dengan logam-logam lain. Tembaga akan menjadi perunggu apabila dicampur dengan timah yang memiliki daya tahan yang lebih keras. [5]

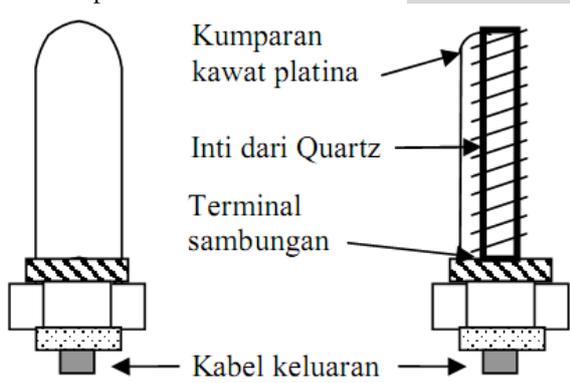
F. Sensor PT100

Sensor suhu adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada obyek tertentu. Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu objek sehingga memungkinkan kita untuk mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan-perubahan suhu tersebut dalam bentuk

output Analog maupun Digital. Sensor Suhu juga merupakan salah satu Transduser. Sensor ini bekerja untuk mendeteksi level air yang digunakan sebagai input dari DCS.

Resistance Thermal Detector (RTD) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran suhu dengan menggunakan elemen sensitif dari kawat platina, tembaga, atau nikel murni, yang memberikan nilai tahanan yang terbatas untuk masing-masing suhu dalam kisaran tertentu. Semakin panas benda tersebut, semakin besar atau semakin tinggi nilai tahanan listriknya, begitu juga sebaliknya. PT100 merupakan tipe RTD yang paling populer yang digunakan di industri.

Resistance Thermal Detector (RTD) merupakan sensor pasif, karena sensor ini membutuhkan energi dari luar. Elemen yang umum digunakan pada tahanan resistansi adalah kawat nikel, tembaga, dan platina murni yang dipasang dalam sebuah tabung untuk memproteksi terhadap kerusakan mekanis. *Resistance Thermal Detector* (PT100) digunakan pada kisaran suhu -200°C sampai dengan 650°C . Struktur kerja PT100 dapat dilihat dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur PT100 [4]

G. Transmitter

Transmitter berfungsi untuk mengubah suara menjadi sinyal listrik yang dikirimkan melalui saluran kabel telepon. Jenis pemancar yang digunakan adalah pemancar listrik (*electric transmitter*) dan pemancar karbon (*carbon transmitter*). *Electric transmitter* mengirimkan signal dari pengukur / sensor ke suatu sistem kontrol monitoring.

H. Motor Direct Current (DC)

Motor *Direct Current* (DC) merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan. Motor listrik juga digunakan di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Prinsip kerja motor DC sesuai dengan hukum kemagnetan Lorentz, yaitu membangkitkan fluksi magnet pada suatu konduktor berarus dalam medan magnet sehingga timbul GGL induksi. Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. [3]

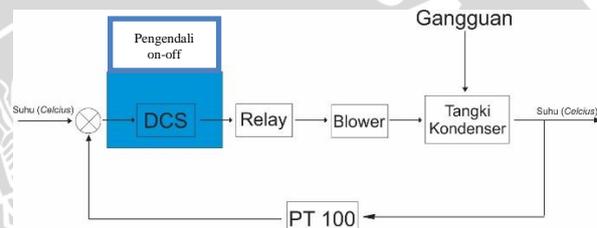
Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energy gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus direct-unidirectional.

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan blok diagram sistem

Pembuatan blok diagram merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dan perealisasi alat berjalan secara sistematis. Dengan blok sistem secara garis besar diharapkan dapat menjelaskan tentang cara kerja dan menunjukkan desain yang diinginkan.

Rancang sistem pengendali suhu menggunakan DCS ditunjukkan dalam Gambar 3.1



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem (Perancangan)

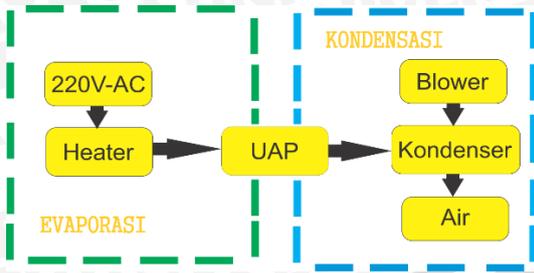
B. Spesifikasi Desain

- Dimensi tangki kondensator distilasi air laut berbentuk tabung dengan diameter 6 cm dan tinggi 12 cm.
- Dimensi tandon tempat untuk menampung air laut berbentuk tabung dengan kapasitas volume 1500 ml.
- Pembacaan perubahan suhu menggunakan sensor PT100 yang sudah dikalibrasi dengan termometer.
- Pemanas elektrik (*heater*) memiliki *range* pemanasan $0^{\circ} - 99^{\circ}\text{C}$, daya listrik 190 W, dan daya tampung 1,64 liter yang disuplai sumber AC 220 Volt.
- Relay 24V digunakan sebagai pengaktifan logika pembalik on-off dari DCS ke blower.
- Blower yang digunakan diberi catu daya 24 Volt DC.
- Anemometer yang digunakan untuk menguji kecepatan angin dari blower.
- *Setpoint* ditetapkan pada suhu 60°C dan 50°C untuk pengujian hasil keluaran terbaik.

C. Perancangan Alat

Pembuatan blok diagram merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dan perealisasi alat berjalan secara sistematis. Terdapat dua blok diagram sistem yaitu Evaporasi dan

Kondensasi. Pada penelitian ini yang di rancang sistem distilasi air laut menggunakan DCS ditunjukkan dalam Gambar 3.2



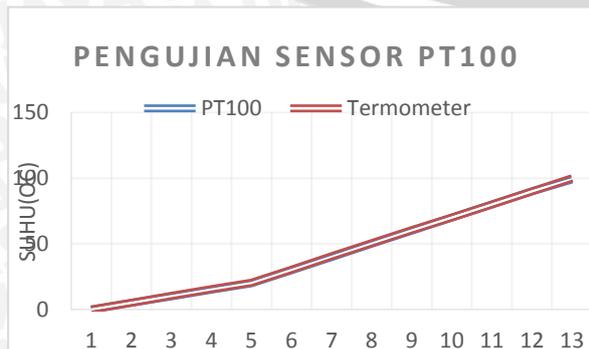
Gambar 3.1 Rancangan Sistem

Penjelasan mengenai blok diagram sistem di atas adalah sebagai berikut:

- 1) 220V AC adalah sumber PLN yang digunakan untuk menyalakan heater.
- 2) Heater berfungsi sebagai *vaporizer* dimana perubahan dari zat cair menjadi gas terjadi. Heater memanaskan air hingga titik didihnya.
- 3) Uap adalah hasil keluaran dari heater yang berupa gas. Uap air ini akan dilewatkan melalui *copper pipe* sebagai media penyambung antara *vaporizer* dan kondenser
- 4) Kondenser merupakan wadah bagi uap air untuk diembunkan. Wadah ini berupa alumunium yang berbentuk tabung, dan diletakkan dalam ruang tertutup.
- 5) Blower berfungsi sebagai aktuator dari sistem. Blower menghembuskan angin pada media kondenser yang bertugas sebagai penurun suhu uap air.

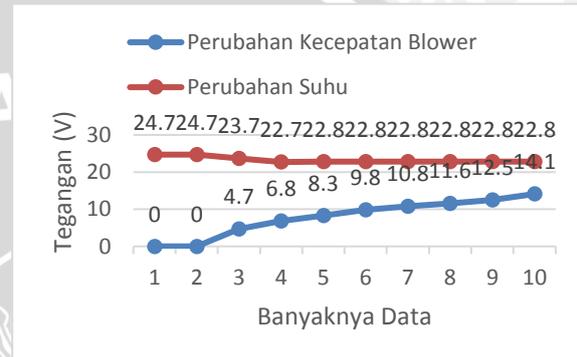
D. Perancangan Perangkat

a. Karakterisasi Sensor PT100 : untuk mengetahui karakteristik dari sensor dan error yang terjadi saat pembacaan nilai resistansi dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dengan pembacaan manual. Langkah-langkah pengujian sensor untuk memperoleh hasil perbandingan dari penelitian ini adalah meletakkan air dengan suhu dingin (menggunakan es batu) yang kemudian dipanaskan secara perlahan untuk memperoleh perubahan suhu. Disaat bersamaan sensor PT100 dan thermometer diletakkan dalam heater yang berisi air tersebut. Kemudian dicatat hasil pengujian. Hasil pengujian perbandingan suhu dapat dilihat dalam Gambar 3.2



Gambar 3.2 Perbandingan suhu

b. Karakterisasi Blower : untuk mengetahui karakteristik blower berupa *flow* udara yang dikeluarkan dalam kurun waktu 45 detik dengan masukan tegangan yang berbeda-beda. Langkah-langkah pengujian sensor untuk memperoleh hasil perbandingan dari penelitian ini adalah meletakkan anemometer pada keluaran blower kemudian dicatat *flow* udara yang terbaca oleh anemometer selama 45 detik. Ulangi langkah pengujian dengan tegangan yang berbeda-beda. Pengaruh perubahan tegangan terhadap kecepatan *flow* dan suhu dapat dilihat dalam Gambar 3.3



Gambar 3.3 Pengaruh tegangan terhadap kecepatan

c. Karakterisasi OMRON DBDT : untuk mengetahui tegangan yang masuk pada koil relay untuk menarik saklar relay dan tegangan yang dihantarkan oleh saklar relay. Langkah-langkah pengujian sensor untuk memperoleh hasil perbandingan dari penelitian ini adalah menyambungkan catu daya 24V dan beban ke relay. Kemudian cek tegangan yang dialirkan menggunakan multimeter. Keluaran dari OMRON DBDT dapat dilihat dalam Table 3.1

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Relay OMRON DBDT [1]

E. Pembuatan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras sistem distilasi air laut terbagi menjadi beberapa bagian, antara lain:

1. Perancangan model *plant* distilasi air laut
2. Perancangan Algoritma DCS

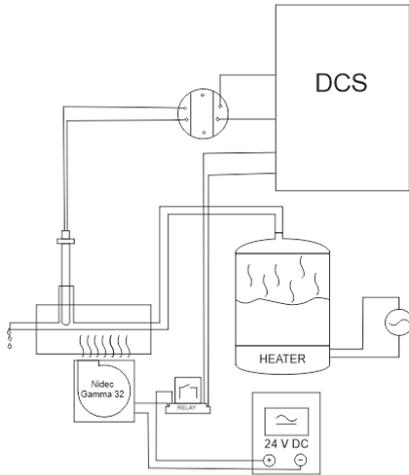
a. Perancangan model *plant* distilasi air laut

Catu daya koil relay OMRON DBDT 24 V	Saklar	Tegangan di koil	Tegangan yang dihantarkan saklar
aktif	aktif	23,72	3,96
aktif	aktif	23,76	3,95
aktif	aktif	23,74	3,96

Model *plant* dibuat dalam bentuk miniatur. Model *plant* terdiri dari heater, *copper pipe*, alumunium kaleng, dan ruang kedap udara. Model *plant* berfungsi untuk memproses uap air yang akan dikondensasikan



menjadi fluida (zat cair). Heater akan memanaskan air laut untuk menghasilkan uap airnya. Uap air tersebut dialirkan melalui *copper pipe* menuju tangki. Tangki berupa alumunium kaleng yang diletakkan di dalam ruang kedap udara. Keluaran dari tangki adalah butiran-butiran air (fluida) yang merupakan hasil keluaran dari model *plant*. Desain model *plant* distilasi air laut dapat dilihat dalam Gambar 3.4

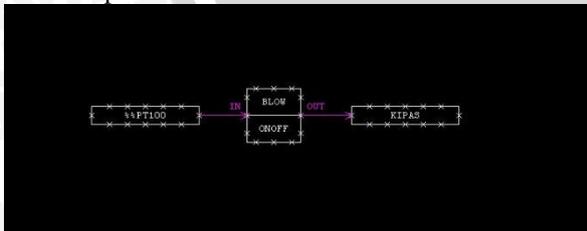


Gambar 3.4 Model *Plant* Distilasi Air Laut

b. Perancangan Algoritma DCS

Perancangan algoritma DCS terdiri dari beberapa submenu, setiap submenu mempunyai fungsi masing-masing dalam pengambilan data. DCS yang digunakan menggunakan software Yokogawa Centum VP. Dalam software tersebut, terdapat 3 main fungsi dalam penampilan data.

Function Block adalah *template* pada fungsi pemrograman Centum VP. Konfigurasi menu ini berupa blok-blok yang di dalamnya dapat diberi suatu perintah pengendalian. *Function block* biasa digunakan untuk memantau proses dan melakukan pengendalian, namun untuk mempermudah dalam pembuatan fungsi-fungsi di dalamnya, terdapat pilihan *Control Drawing Builder*. *Function Block On-Off* sistem dapat dilihat dalam Gambar 3.5



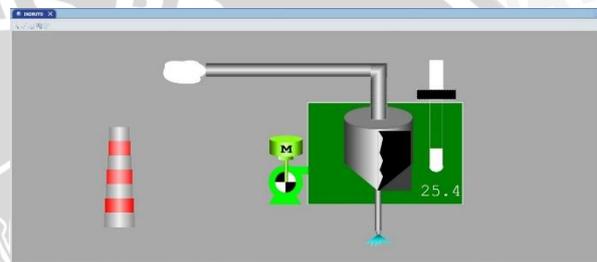
Gambar 3.5 *Function Block* kendali On-Off

Trend ialah software pada Centum VP yang digunakan untuk menunjukkan grafik data sampling pada sistem. Keluaran dari *trend* memiliki indikator waktu dan bisa *ditrace back*. Artinya adalah fungsi *trend* dapat melihat data-data sampling yang sudah diambil sebelumnya. Tampilan dari *trend* dapat dilihat dalam Gambar 3.6



Gambar 3.6 *Trend*

Graphic pada centum VP merupakan penggambaran 3 dimensi dari bentuk *plant* yang digunakan. Selain menunjukkan gambar 3 dimensi, *graphic* juga bisa digunakan untuk memantau perubahan data pada *plant* secara real-time. *Graphic* sistem dapat dilihat dalam Gambar 3.7



Gambar 3.7 *Graphic* Sistem

E. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan bertujuan untuk mengetahui hasil keluaran sistem saat semua blok di gabungkan. Mulai dari pemanasan air secara terus-menerus, kemudian uap yang dihasilkan diproses dalam kondensator. Blower dikendalikan dengan DCS untuk mengamati hasil akhir keluaran sistem distilasi air laut yang berupa tetesan air.

Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. DC power supply 24V.
2. Heater.
3. Copper pipe.
4. Alumunium tabung.
5. Blower Fan.
6. Tabung plastik bervolume 600ml.
7. DCS Yokogawa.
8. Relay OMRON DBDT.
9. Kabel penghubung.

Ada dua tahap pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian program DCS dan pengujian blower. Pada pengujian program DCS, dilakukan penyambungan relay dengan blower, kemudian blower diamati perubahan on-offnya sesuai dengan program yang sudah *download* ke FCS dalam DCS. Suhu pengukuran ditetapkan 50 dan 60 derajat *celcius*. Penetapan suhu tersebut diambil dari pengujian blower yang menghasilkan suhu optimum keluaran dari sistem antara 60-70 derajat *celcius*. Dari keluaran sistem tersebut, diambil 2 contoh pengujian yaitu 60 derajat dan 50 derajat. Kemudian diamati aksi kontrol

on-off pada blower untuk perubahan suhu pada *plant*. Suhu yang sudah terkontrol akan menghasilkan keluaran sistem berupa tetapan air. Jumlah air yang keluar diakumulasi dalam tabung plastik 600ml untuk dilihat jumlahnya. Setiap pengukuran suhu 50 dan 60 derajat *celcius* dilakukan proses yang identik untuk mengetahui suhu efektif uap untuk menghasilkan keluaran.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian On-Off Blower Dengan DCS

Hasil pengujian On-Off pada sistem keseluruhan dapat dilihat pada *Tabel 4.1* dan *4.2*. Dari hasil pengujian pertama jika suhu PT100 mendeteksi kurang dari 60 maka aksi kontrol yang dilakukan adalah Off. Hal ini merupakan aksi yang dikeluarkan oleh aktuator berupa blower. Blower akan mati jika sensor PT100 mendeteksi suhu kurang dari 60. Saat suhu sudah mencapai 60 derajat *celcius*, maka blower akan secara otomatis menyala dan mendinginkan suhu.

Pada pengujian kedua, PT100 diberi *setpoint* 50. Sehingga pada saat PT100 mendeteksi suhu kurang dari 50 derajat *celcius*, maka aksi kontrol yang dilakukan adalah Off. Sama halnya dengan pengujian pertama, Off merupakan kondisi blower tidak menyala dikarenakan suhu belum mencapai *setpoint*. Saat suhu sudah mencapai 50 derajat *celcius*. Secara otomatis blower akan menyala dan mendinginkan suhu. Pengujian ini dilakukan selama 30 menit untuk setiap pengambilan data. Data pengujian dapat dilihat dalam *Tabel 4.1* dan *Tabel 4.2*

Tabel 4.1 Hasil Pengujian On-Off dengan suhu 60

Suhu(° C)	Aksi kontrol
0	Off
10	Off
20	Off
30	Off
40	Off
50	Off
59	Off
60	On
>60	On

Tabel 4.2 Hasil Pengujian On-Off dengan suhu 50

Suhu(° C)	Aksi kontrol
0	Off
10	Off
20	Off
30	Off
40	Off
49	Off
50	On
>50	On

B. Hasil Pengujian Keluaran Sistem

Untuk metode On-Off pada pengendalian suhu, dihasilkan keluaran berupa air. Dalam pengujian ini diambil data keluaran dari sistem saat diberi jumlah masukan 250ml. keluaran sistem diukur jumlah volume yang didapatkan untuk dibandingkan dengan jumlah masukan yang diberikan. Dari hasil pengujian didapatkan data seperti dalam *Tabel 4.3*

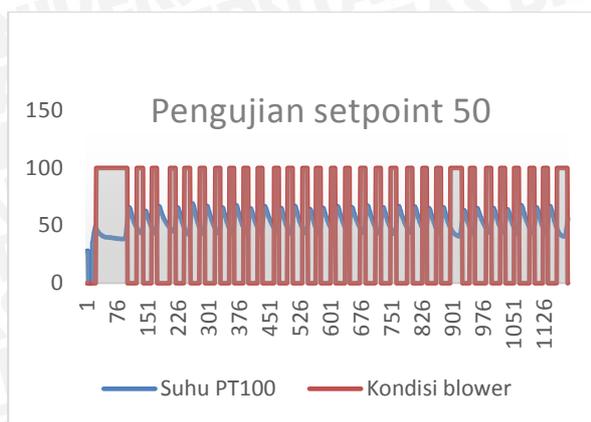
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Keluaran Sistem

Volume Air Masuk (ml)	Volume Air Keluar (ml)
250	100
600	200
800	300

C. Hasil Pengujian Keseluruhan dengan *Setpoint* 50

Pada pengujian keseluruhan, dilakukan pengujian dengan perubahan *setpoint*. Dari pengujian kipas blower, diambil 2 *setpoint* suhu terbaik untuk di uji keluaran sistem dengan pendaelian on-off. Pengujian dengan dua *setpoint* yang berbeda tersebut tujuannya untuk mencari hasil keluaran terbaik dengan merubah *setpoint* yang diberikan.

Hasil pengujian yang pertama yaitu *setpoint* diberi nilai 50. Pada pengujian ini, *setpoint* digunakan sebagai acuan penyalaan dan pemadaman dari blower. Pada saat sensor PT100 mendeteksi suhu 50° C. Sistem otomatis akan menyalakan blower, dan blower akan menyala sampai suhu yang dibaca PT100 <50° C. Setelah suhu melewati *setpoint* 50° C, maka blower akan secara otomatis mati. Proses tersebut akan berulang secara kontinyu selama 60 menit. Dari hasil pengujian, didapatkan data sesuai dalam *Gambar 4.1*

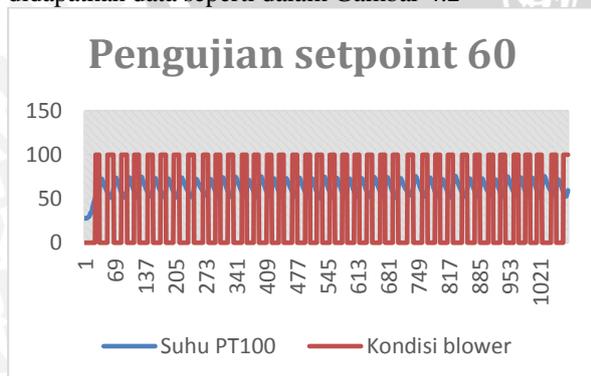


Gambar 4.1 Pengujian *Setpoint* 50

Dari hasil pengujian diatas didapatkan hasil keluaran sistem sebesar 100ml. Dengan jumlah air yang dimasukkan sebesar 600ml. Namun, pengujian hanya dilakukan selama 60 menit. Pada saat waktu pengujian selesai, air dalam heater masih tersisa sebesar 260ml. Dalam proses pengujian, jumlah air 600ml dikurangi dengan sisa air yang masih ada sebesar 260ml. Jumlah air yang terevaporasi sebanyak 340ml. Hasil dari pengujian kondensasi sebesar 100ml. Sehingga perbandingan keluaran dan masukannya sebesar 3,4 : 1. Yaitu setiap 340ml air laut yang terevaporasi menjadi uap akan menghasilkan 100ml air tawar.

D. Hasil Pengujian Keseluruhan dengan *Setpoint* 60

Pengujian yang kedua mirip dengan pengujian yang pertama, hanya *setpoint* diubah menjadi 60° C. Kemudian dilakukan step yang sama seperti pengujian 50° C. Perubahan kontrol on-off pada 60° C memiliki respond steady (settling time) yang lebih lama dikarenakan *setpoint* lebih tinggi dari *setpoint* pengujian yang pertama. Dari hasil pengujian, didapatkan data seperti dalam Gambar 4.2



Gambar 4.2 Pengujian *Setpoint* 60

Dari hasil pengujian didapatkan hasil keluaran sistem sebesar 90ml. Dengan jumlah air yang dimasukkan sebesar 600ml. Pengujian hanya dilakukan selama 60 menit. Pada saat waktu pengujian selesai, air dalam heater masih tersisa sebesar 320ml. Dalam proses pengujian, jumlah air 600ml dikurangi

dengan sisa air yang masih ada sebesar 320ml. Jumlah air yang terevaporasi sebanyak 280ml. Hasil dari pengujian kondensasi sebesar 90ml. Sehingga perbandingan keluaran dan masukannya sebesar 2,8 : 0,9. Yaitu setiap 280ml air laut yang terevaporasi menjadi uap akan menghasilkan 90ml air tawar.

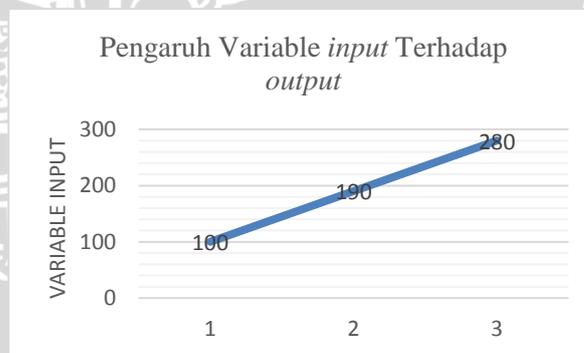
E. Hasil Pengujian Efektifitas Keluaran

Untuk pengujian efektifitas sistem, dilakukan dengan pengambilan *setpoint* terbaik yaitu 50 ° C. Pada *setpoint* ini, *Variable input* diubah-ubah untuk mengetahui hasil paling efektif dalam sistem kerjanya. *Variable* yang dipilih sesuai dengan pengujian keluaran sistem sebelumnya, hanya saja dalam pengujian ini digunakan metode on-off sebagai pengendali otomatis sistem. Dari hasil pengujian, didapatkan data seperti dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Pegujian Efektifitas Hasil

<i>Setpoint</i> (° C)	Volume Air Terevaporasi (ml)	Volume Air Keluar (ml)
50	300	100
50	600	190
50	750	280

Dari tabel , dapat dihubungkan pengaruh *Variable input* yang masukkan terhadap keluaran sistem. Semakin besar *Variable input*, maka keluaran akan semakin banyak. Dengan penggunaan *setpoint* 50° C. Grafik pengaruh *Variable input* terhadap keluarannya dapat dilihat dalam Gambar 4.3



Gambar 4.1 Pengaruh *Variable input* terhadap Keluaran Sistem

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Perancangan sistem pengendali suhu pada proses kondensasi air laut berhasil dibuat, dengan spesifikasi sebagai berikut.
 - a. Proses evaporasi terjadi dalam heater.
 - b. Media penampungan uap menuju condenser digunakan *copper pipe*.
 - c. *Plant* kondenser terbuat dari aluminium *glass* yang diletakkan dalam ruang tertutup.
 - d. Kelauran sistem berupa tetesan air dan dihitung volumenya dengan gelas ukur.
 - e. Aktuator berupa blower *fan* yang tersambung dengan *plant*.
2. *Graphic user interface* pada sistem telah sesuai. Gambar akan berubah secara real time dimana *variable* suhu akan muncul pada *graphic user interface* sesuai dengan pembacaan dari sensor. Dari *graphic user interface* ini akan lebih mudah mengamati seluruh proses pengendalian sistem.
3. Pada pengujian sistem keseluruhan pengujian dilakukan dengan beberapa tahap.
 - a. Pertama penentuan suhu pengendalian yang dilakukan dengan mengukur secara manual menggunakan termometer dan anemometer, dimana penentuan keluaran sistem terbanyak yang akan diamati.
 - b. Kedua pengambilan data pada setpoint 50° C.
 - c. Ketiga pengambilan data pada setpoint 60° C.
 - d. Keempat pengambilan data dengan suhu efektif menggunakan variabel input yang berbeda.
4. Pada pengujian keseluruhan dengan menggunakan *setpoint* 50° C lebih efektif daripada pengujian *setpoint* 60° C. Hal ini dikarenakan titik embun pada media kondenser memiliki suhu disekitar 58,5 ° C. Dengan mendekati titik embun air, maka keluaran sistem akan semakin banyak.
5. Pada pengujian keefektifan sistem, dengan *variable* input = 750 ml. Memiliki nilai keefektifan tertinggi, hal ini dikarenakan perbandingan antara keluaran dan masukan memiliki nilai terbaik dibanding dengan *variable* input yang lainnya.

B. Saran

1. Pembuatan miniatur alat distilasi harus memiliki penyambungan antara aluminium dengan *copper pipe* untuk mencegah *lossgass*.
2. Pengendalian yang dilakukan tidak hanya sebatas on-off serta gunakan barometer untuk mencegah overpressure.
3. Efektifitas keluaran sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan proses prekondensasi untuk menurunkan suhu sebelum masuk ke proses kondensasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Avif, A. 2016. *Pengontrolan Ketinggian Air pada Sistem Destilasi Air Laut*. Skripsi. Teknik Elektro. Universitas Brawijaya. Malang.
- [2] Bernasconi, M. 2006. *High-tech Entrepreneurship*. London : Routledge Taylor & French Group.
- [3] Bolton, W. 2004. *Sistem Instrumentasi Dan Sistem Kontrol*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [4] Chen, R. 2015. *Architetectural, Energy and Information Engineering*. London : CRC Press Taylor & French Group.
- [5] Komandoko, Gamal .2010. *ENSIKLOPEDIA PELAJAR DAN UMUM*. Yogyakarta : Penerbit Pustaka Widyatama.
- [6] Pranata, F. 2008. *Kimia 1 SMP Kelas VII*. Bogor : Quadra.
- [7] PT. Yokogawa Indonesia. 2008. *ENGINEER COURSE*
- [8] Sutanahaji, Tunggul. 2014. *Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Untuk Daya Dukung Lingkungan*. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan.
- [9] Talley, T. 2011. *Descriptive Physical Oceanography*. London : Academic Press.
- [10] Wilson , Robert. 2004. *Dasar-dasar Fenomena Transport*. Jakarta: Penerbit Erlangga

Lampiran *Graphic User Interface sistem*

