

KINERJA PENDINGER PAKAIAN DENGAN MEDIA AIR PANAS MENGGUNAKAN ALAT PENUKAR KALOR BERBAHAN TEMBAGA

Yudi Setiawan¹, Saparin², Yohanes³, Eka Sari Wijianti⁴

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Merawang Kabupaten Bangka

yudiubb@yahoo.co.id

Abstrak

Pemandian Air Panas Tirta Tapta Pemali yang merupakan salah satu aset wisata alam yang terletak di desa Pemali Kecamatan Pemali, sekitar 20 km dari Kota Sungailiat. Salah satu sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan pakaian pada obyek wisata Pemali yaitu ketersediaan sumber air panas alami, dimana volume air yang keluar berlimpah. Alat pendinger pakaian adalah sebuah alat/mesin yang berfungsi untuk mengeringkan pakaian dengan menggunakan sumber panas tertentu. Penelitian ini membuat Alat pendinger pakaian adalah sebuah model (prototype) alat/mesin yang menggunakan sumber panas dengan suhu yang sama dengan suhu yang ada di pemandian air panas pemali. Air panas yang digunakan disamakan dengan kondisi air panas pada pemandian Tirta Tapta Pemali yaitu sekitar $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Penelitian dilakukan dengan mengalirkan air panas ke pipa-pipa tembaga pada ruang pengeringan, uap panas yang dihasilkan akan digerakkan oleh angin dari blower untuk ditujukan ke pakaian. Variasi penelitian yaitu debit alir air 2,4-3 liter/menit, 5,4 - 6 liter/menit, dan 10,9 - 11,5 liter/menit. Parameter yang diuji yaitu berapakah penurunan massa pakaian dan suhu pada ruang pengeringan setiap 5 menit sekali. Dari hasil penelitian menunjukkan rata-rata waktu tercepat untuk mengeringkan 7 buah pakaian yaitu selama 293,3 menit dengan debit alir air 10,9 - 11,5 liter/menit dengan rata-rata suhu ruangan tertinggi $42,33^{\circ}\text{C}$.

Kata Kunci: pendinger, air panas, tembaga

Abstract

Tirta Tapta Pemali Hot Spring which is one of the natural tourism assets in the village of Pemali, Pemali Regency, about 20 km from Sungailiat City. One source of energy that can be used to dry clothes in Pemali attractions is a natural hot spring, while the volume of air that comes out increases. Clothes dryer is a device / machine that functions to dry clothes with certain heat sources. This research makes clothes dryer is a model (prototype) tool / machine that uses a heat source with the same temperature as the temperature of the hot air baths. The hot water used is likened to hot air in the Tirta Tapta Pemali bath, which is around $\pm 40^{\circ}\text{C}$. Research carried out by flowing hot air into the copper pipe in the drying chamber, the heat generated will be driven by the wind from the blower to be used. Variations in this study are the flow of water of 2.4 - 3 liters / minute, 5.4 - 6 liters / minute, and 10.9 - 11.5 liters / minute. The parameters issued are how much the mass of clothing and the temperature in the drying room every 5 minutes. 7 pieces of clothing, namely 293.3 minutes with water discharge 10.9 - 11.5 liters / minute with the highest average room temperature of 42.33°C

Keywords: dryer, hot water, copper

PENDAHULUAN

Salah satu obyek wisata yang menarik perhatian para wisatawan domestik dan wisatawan asing adalah pemandian air panas Tirta Tapta Pemali. Disini terdapat dua kolam air panas yang tersedia dengan suhu air yang berbeda. Kolam yang pertama dengan suhu air sekitar 38°C , dan air rendam di kolam

satunya lagi yang lebih kecil dengan suhu 40°C . Sebagian besar pengunjung memanfaatkannya sebagai media terapi pengobatan maupun cuma sekedar relaksasi. Pemandian air panas Tirta Tapta Pemali dikategorikan sebagai pemandian air panas alami karena dihasilkan secara langsung dari kerak bumi setelah dipanaskan secara geotermal (panas bumi). Energi panas bumi adalah energi terbarukan yang tidak tergantung pada iklim dan cuaca, juga ketersediannya yang berlimpah sehingga keandalan

terhadap sumber energinya tinggi. Dari segi pengembangan sumber energi ini juga mempunyai fleksibilitas yang tinggi karena dalam memenuhi kebutuhan beban dapat dilaksanakan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan.

Hal umum yang rutin terjadi adalah ketika pengunjung selesai berendam di kolam air panas, mereka langsung meninggalkan lokasi dengan membawa pakaian yang basah, hal ini dikarenakan belum adanya fasilitas yang mendukung dalam hal mengeringkan pakaian, sehingga peneliti berpikir bagaimana cara memaksimalkan pemanfaatan air panas tersebut. Pemanfaatan sumber energi yang tersedia secara ideal yaitu dengan menciptakan alat pengering pakaian sebagai alat bantu untuk memanfaatkannya energi yang tersedia dimana air panas yang ada dimanfaatkan sebagai media untuk menghasilkan uap panas.

Uap air panas mempunyai sifat pindah panas yang lebih unggul dari pada udara pada suhu yang sama karena tidak ada tahanan terhadap difusi uap air dalam uap itu sendiri. Pada penelitian dilakukan tidak menggunakan sumber air panas pemali secara langsung, namun menggunakan media air panas lain yang mana kondisinya disamakan dengan kondisi air panas pada obyek wisata pemandian air panas Tirta Tapta Pemali, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan air panas yang tersedia untuk dimanfaatkan dalam hal mengeringkan pakaian.

Dalam merancang alat pengering pakaian peneliti menggunakan pipa tembaga sebagai bahan untuk memaksimalkan air panas yang tersedia, dimana air panas akan dialirkan melalui pipa yang tersusun secara horizontal pada sisi kiri, kanan dan belakang ruang pengeringan, saat mengalir air panas akan mentranferkan panas pada pipa, setelahnya pipa akan menghasilkan uap panas dan akan ditujukan ke pakaian yang ada didekatnya dengan bantuan angin dari blower untuk proses pengurangan kadar massa air yang ada pada pakaian. Fluida kerja yang dipergunakan di dalam proses pengeringan baju ini adalah udara. Udara dimasukkan ke dalam ruang pengering baju, dengan bantuan kipas. Kondisi udara masuk ruang pengering baju dikondisikan sedemikian rupa agar mempunyai kemampuan untuk mengeringkan baju yang berada di dalam ruang pengering. Ketika udara melintasi baju basah, udara akan menyerap air yang ada dan melekat pada baju.

Setelah mengambil air dari baju, udara dikeluarkan dari ruang pengering dengan kelembaban udara spesifik yang meningkat, demikian juga dengan kelembaban relatifnya. Pada proses ini, suhu udara menjadi menurun. Mesin pengering dapat dirancang dengan sistem terbuka maupun sistem tertutup. Sistem terbuka jika udara yang telah dipergunakan

untuk proses pengeringan baju, dikeluarkan dari ruang pengering, dan tidak dipergunakan lagi. Sedangkan pada sistem tertutup, udara yang dikeluarkan dari ruang pengering baju dialirkan dan dipergunakan kembali untuk dikondisikan mesin siklus kompresi uap. Udara tersebut dikirim dan dilewatkan kembali melalui evaporator dan kondensor dari mesin siklus kompresi uap, hingga diperoleh kondisi udara yang sedemikian rupa, yang memiliki kelembaban spesifik yang rendah dengan suhu udara bola kering yang tinggi

Proses pengeringan dapat dibagi dalam dua periode, yaitu periode laju pengeringan tetap dan laju pengeringan menurun. Mekanisme pengeringan pada laju pengeringan menurun meliputi dua proses yaitu pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan bahan dan pengeluaran air dari permukaan air ke udara sekitarnya. Laju pengeringan menurun terjadi setelah laju pengeringan konstan dimana kadar air bahan lebih kecil dari pada kadar air kritis [1].

Mekanisme pengeringan diterangkan melalui teori tekanan uap. Air yang diuapkan terdiri dari air bebas dan air terikat. Air bebas berada di permukaan dan yang pertama kali mengalami penguapan [2].

Mesin pengering pakaian energi listrik dengan mempergunakan siklus kompresi uap dengan mesin pengering dirancang untuk kapasitas 20 pakaian dan bekerja dengan sistem tertutup. Pakaian yang diuji adalah baju batik ukuran XL. Bila tanpa beban, mesin pengering mampu mengkondisikan udara di dalam lemari pengering pada suhu udara kering (T_{db}): 57,1°C, dan suhu udara basah (T_{wb}): 23 °C. Untuk mengeringkan 20 baju batik basah hasil perasan tangan memerlukan waktu sekitar 115 menit, sedangkan untuk mengeringkan 15 baju batik hasil perasan tangan memerlukan waktu sekitar 90 menit. Untuk mengeringkan 20 pakaian baju batik basah hasil perasan mesin cuci memerlukan waktu sekitar 55 menit [3].

Menurut [4], dalam penelitiannya yang berjudul "Mesin pengering pakaian sistem terbuka dengan debit aliran udara 0,32 m³/s" dengan bahan pakaian yang gunakan yaitu salur polyester dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 35 cm, dan tebal 0,2 cm. Variasi penelitian adalah jumlah pakaian yang terdiri dari; 5 pakaian, 10 pakaian, 15 pakaian, dan 20 pakaian. Data hasil penelitian untuk 5 pakaian dengan Massa pakaian basah awal 1,12 kg yaitu, massa pakaian kering 0,48 kg dengan T_2 rata-rata 47,1 °C dan RH₂ rata-rata 18,1 %. Untuk 10 pakaian dengan Massa pakaian basah awal 2,130 kg, massa pakaian kering 0,971 kg dengan T_2 rata-rata 47,3 °C dan RH₂ rata-rata 18,9 %. Untuk 15 pakaian dengan Massa pakaian basah awal 3,087 kg, massa pakaian kering 1,487 kg dengan T_2 rata-rata 47,9 °C dan RH₂ rata-rata 18,5 18,9 %. Sedangkan untuk 20 pakaian dengan

Massa pakaian basah awal 4,18 kg, massa pakaian kering 1,841 kg dengan T_2 rata-rata 48,6 °C dan RH₂ rata-rata 19 %.

Menurut [5], dalam penelitiannya yang berjudul “pengaruh temperatur terhadap pengeringan lada menggunakan media air panas”, menggambarkan mesin pengering dengan memvariasikan temperatur air panas 70°C, 75°C, 80°C dan 85°C sebagai sumber panas dimana air panas dialirkan menuju pipa-pipa tembaga berdiameter ½ inchi untuk proses pengeringan, dimana dari hasil penelitian rata-rata suhu pengeringan yang dihasilkan antara 45 °C - 62 °C [6].

Dalam suatu proses pengeringan, dikenal dengan adanya laju pengeringan yang dibedakan menjadi dua tahap utama, yaitu laju pengeringan konstan dan laju pengeringan menurun. Laju pengeringan konstan terjadi pada lapisan air bebas yang terdapat pada permukaan bahan. Laju pengeringan ini terjadi sangat singkat selama proses pengeringan berlangsung, kecepatan penguapan air pada tahap ini dapat disamakan dengan kecepatan penguapan air bebas, sedangkan laju pengeringan menurun terjadi setelah periode pengeringan konstan selesai. Pada tahap ini kecepatan aliran air bebas dari dalam bahan ke permukaan lebih kecil dari kecepatan pengambilan uap air maksimum. Mesin pengering baju bekerja dengan sumber energi listrik, mempergunakan mesin yang bekerja dengan siklus kompresi uap [7]. Energi listrik dipergunakan untuk menggerakkan kompresor dari mesin kompresi uap dan menggerakkan kipas angin untuk mengalirkan udara yang dipergunakan untuk proses pengeringan baju. Komponen utama mesin siklus kompresi uap adalah: kompresor, kondensor, pipa kapiler, evaporator dan peralatan tambahan filter, dengan fluida kerja R134a. Kompresor yang dipergunakan sebanyak 2 buah, masing masing dengan daya 1,5 PK, sedangkan ukuran komponen yang lain menyesuaikan dengan besarnya daya kompresor. Kipas angin yang dipergunakan sebanyak 2 buah masing masing dengan daya sebesar 54watt yang dipasang di dekat kondensor, dan 2 buah kipas, masing masing dengan daya 50 watt, yang difungsikan untuk mengalirkan udara dari ruang pengering ke ruang mesin siklus kompresi uap. Almari pengering dirancang untuk kapasitas 50 baju, dengan sistem tertutup. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan kondisi awal pakaian basah: (a) hasil perasan tangan dan (b) hasil perasan mesin cuci. Jenis pakaian: batik, ukuran XL Penelitian memberikan hasil, mesin pengering baju yang dirakit dapat bekerja dengan baik, dan (a) mampu mengkondisikan udara masuk ke dalam ruang pengeringan baju dengan suhu udara bola kering (Tdb) sekitar 74o C dan suhu udara bola basah sekitar 34 o C. (b) mampu mengeringkan 50 baju basah hasil perasan tangan secara serentak

dalam waktu sekitar 150 menit dan mampu mengeringkan 50 baju basah hasil perasan mesin cuci secara serentak dalam waktu sekitar 70 menit.

METODOLOGI

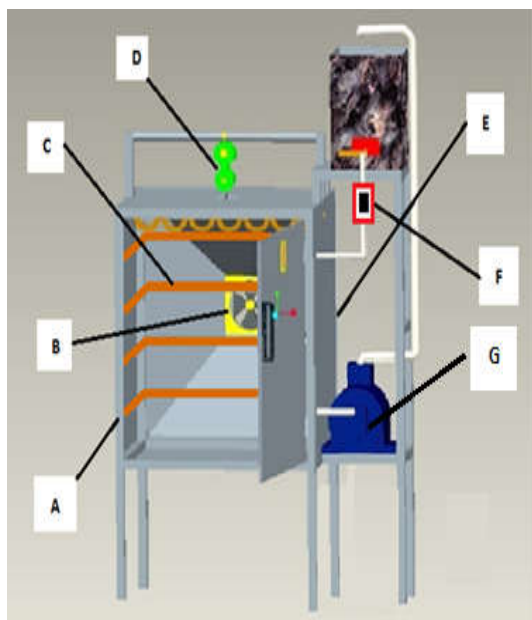
Kegiatan awal adalah mendesain rencana alat pengering pakaian yang akan dibuat menggunakan salah satu metode perancangan suatu alat yaitu dengan metode French, Dalam mendesain beberapa faktor harus diperhatikan sebelum pembuatan alat seperti dimensi alat, biaya pembuatan keseluruhan, serta waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan alat. Lalu dilakukan persiapan alat dan bahan sebelum pembuatan alat pengering pakaian. Alat penelitian yang digunakan seperti gerinda tangan, tang rivet, bor tangan, gunting plat, meteran, alat bending pipa dan sebagainya. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu pipa tembaga, hollow tembaga, plat tembaga, paku keling dan sebagainya. Pada tahap ini pembuatan alat pengering pakaian sesuai dengan yang telah direncanakan seperti dimensi alat, bentuk alat dan lain-lain.

Alat yang sudah dibuat setelahnya diuji coba apakah alat bisa digunakan sesuai keinginan. Beberapa parameter yang diperhatikan dalam keberhasilan uji coba alat yaitu air mampu mengalir dengan lancar pada pipa, heater pada tangki penampungan atas mampu memanaskan air hingga suhu 40°C, serta angin dari blower mencapai posisi pakian. Jika uji coba alat berhasil Heater digunakan untuk memanaskan air. Heater yang digunakan dengan daya 300 Watt. Dalam penelitian ini air akan dipanaskan hingga mencapai suhu 40°C. Perpindahan panas sangat penting di bidang rekayasa teknik dan aspek-aspek kehidupan. Sebagai contoh, tubuh selalu mengeluarkan panas ke lingkungan dan kenyamanan tubuh kita terkait dengan proses pembuangan panas didalam tubuh. Untuk kenyamanan kita mengendalikan laju perpindahan panas ini dengan memakai pakaian yang sesuai dengan kondisi tubuh dan lingkungan diluar tubuh kita.

Banyak peralatan rumah tangga dibuat dengan memakai prinsip-prinsip perpindahan panas, seperti: peralatan masak, oven, setrika, mesin mobil, knalpot, pendingin ruangan dan lainlain. Mengingat pentingnya perpindahan panas ini didalam rekayasa teknik maka dilakukan penelitian Perbandingan Konduktivitas Logam untuk mengetahui studi perpindahan panas konduksi.

Analisa hasil penelitian dilakukan agar mengetahui sejauh mana alat yang dirancang mampu untuk mengeringkan pakaian dengan memanfaatkan air sebagai sumber panas. Pengujian dilakukan 3 kali menggunakan variasi debit alir yang berbeda, dimana debit alir air tersebut diatur menggunakan

keran. Langkah pertama yaitu memanaskan air pada tangka air bagian atas hingga mencapai suhu 40°C . Pengaturan suhu air pemanas dilakukan secara otomatis menggunakan thermostat yang sudah tersambung dengan heater, air panas yang digunakan yaitu dengan menggunakan media air panas yang lain dengan suhu yang sama pada pemandian air panas Tirta Tapta Pemali, apabila air sudah mencapai suhu yang diinginkan, maka thermostat akan memutus aliran listrik. Penelitian pertama yaitu menggunakan debit alir air $2,4\text{--}3\text{L/m}$. Penelitian kedua menggunakan debit alir air $5,4\text{--}6\text{L/m}$. Penelitian ketiga menggunakan debit alir air $10,9\text{--}11,5\text{L/m}$. Pengukuran debit alir air dilakukan dengan menggunakan flow meter (alat pengukur kecepatan air). Pengambilan data penelitian setiap satu variable dilakukan tiga kali, setelahnya diambil nilai rata-rata pada setiap lama waktu pengambilan data. penurunan massa pakaian dan suhu ruangan setiap 5 menit.



Gambar 1 Mesin pengering pakaian

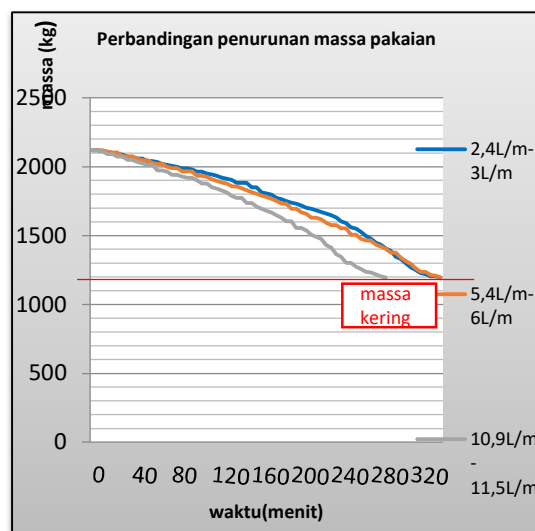
Keterangan:

- Rangka alat
- Blower
- Pipa tembaga
- Timbangan digital gantung
- Plat tembaga
- Flow meter
- Pompa air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Penurunan Massa Pakaian

Penurunan massa pakaian dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan pakaian setiap variasi penelitian. Grafik menunjukkan perbedaan lama waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan pakaian. Untuk mengeringkan 7 buah pakaian variabel debit alir air $2,4\text{--}3\text{L/m}$ membutuhkan waktu 350 menit dan mencapai waktu rata-rata pengeringan selama 340 menit. Sedangkan dengan variasi debit alir air $5,4\text{--}6\text{L/m}$ membutuhkan waktu 350 menit dan mencapai waktu rata-rata pengeringan selama 348,33 menit, dan saat menggunakan debit alir air $10,9\text{--}11,5\text{L/m}$ waktu yang dibutuhkan selama 295 menit dan mencapai waktu rata-rata pengeringan selama 293,3 menit. Hasil tersebut menggambarkan besarnya pengaruh terhadap panas ruangan pengering untuk mengeringkan pakaian. Dari perbedaan hasil terhadap lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan pakaian diatas dengan variasi debit alir air $10,9\text{--}11,5\text{L/m}$ merupakan yang terbaik, hal ini dikarenakan panas yang dihasilkan sangat tinggi sehingga dengan cepat mengeluarkan serta menguapkan kandungan air pada pakaian serta lama waktu yang dibutuhkan saat proses lebih singkat.

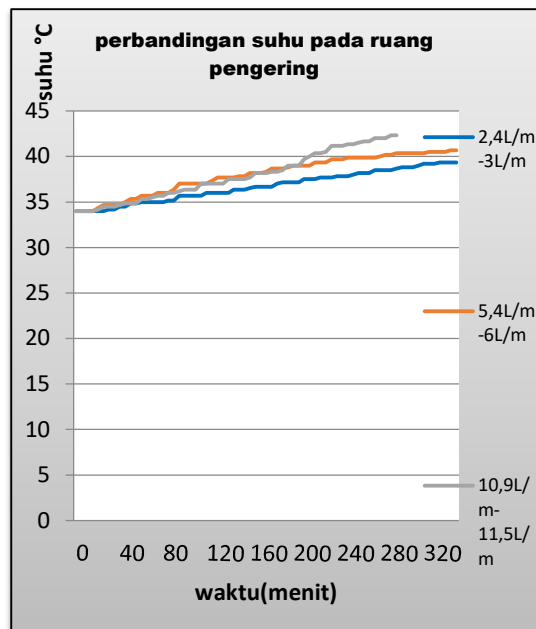


Gambar 2 Grafik perbandingan penurunan massa pakaian

Perbandingan Suhu Ruang Pengering

Dengan aliran air panas yang kontinyu pada pipa-pipa tembaga mampu menghasilkan uap panas pada ruang pengeringan sehingga mampu mempengaruhi kenaikan suhu. Pada gambar grafik

4.8 menunjukkan perbedaan suhu yang dihasilkan setiap variasi penelitian, dari suhu awal ruang pengering dari 34°C terus mengalami peningkatan. Saat debit alir air 2,4-3L/m menghasilkan suhu maksimal 39.33°C setelah 350 menit lama waktu penelitian, saat menggunakan debit alir air 5,4-6L/m menghasilkan suhu maksimal 40.66°C setelah 350 menit, sedangkan saat menggunakan debit alir air 10,9-11,5L/m menghasilkan suhu maksimal 42.33°C setelah 295 menit.



Gambar 3 Grafik perbandingan suhu ruang pengering

Analisa penurunan massa dan kenaikan suhu

Dari perbandingan penurunan massa dan kenaikan suhu pada variasi tersebut bahwa kalor yang merambat dari air ke pipa tembaga (perpindahan panas secara konduksi) dipengaruhi oleh konduktivitas termal pipa, luas penampang pipa, dan panjang pipa, semakin banyak air panas yang mengisi volume pipa, maka pipa akan semakin cepat panas atau naiknya temperatur pipa tembaga. Kemudian perpindahan panas dari pipa tembaga menuju pakaian (perpindahan panas secara konveksi paksa), uap panas pipa ditujukan kepada pakaian secara paksa menggunakan kipas/blower sehingga panas yang ada pada pipa akan mempengaruhi laju pengeringan pada pakaian. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran air, maka transfer panas ke pipa tembaga

akan semakin tinggi dan waktu untuk mengeringkan pakaian akan semakin cepat. Hal ini dikarenakan energi panas dari debit air yang mengalir lebih tinggi menyebabkan kehilangan energi menjadi lebih minimal.

KESIMPULAN

Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan 7 buah pakaian saat menggunakan debit alir air 2,4-3L/m selama 340 menit, debit alir air 5,4-6L/m selama 348.33 menit dan debit alir air 10,9-11,5L/m selama 293.3 menit.

Dengan aliran air panas yang kontinyu pada pipa-pipa tembaga mampu untuk menghasilkan panas sehingga mempengaruhi kenaikan suhu pada ruang pengeringan. Hasil penelitian didapatkan; dengan menggunakan debit alir air 10,9-11,5L/m adalah yang tercepat karena panas yg dihasilkan lebih baik dari debit alir air 2,4-3L/m dan 5,4-6L/m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handerson dan Perry, 2003. Laporan "Penelitian Aplikasi Sistem Kontrol Suhu Pada Pengeringan Buah Salak".
- [2] Mujaed dan Devahastin. 2002. Mekanisme pengeringan suatu bahan. Universitas sebelas maret. Surakarta.
- [3] Purwadi, P.K. dan Kusbandono, W. 2015. Mesin pengering pakaian energi listrik dengan mempergunakan siklus kompresi uap. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma.Yogyakarta.
- [4] Renaldi, Evan. 2015. Mesin pengering pakiansistem terbuka dengan debit aliran udara 0,003 m³/s. Jurnal Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- [5] Herianto. 2015. Pengaruh temperatur terhadap pengeringan lada menggunakan media air panas. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin. Universitas Bangka Belitung. Pangkal Pinang
- [6] Nurba. 2010. Laju pengeringan. Universitas sebelas maret. Surakarta.
- [7] Purwadi, P.K. 2017. Mesin Pengering Kapasitas Limapuluh Baju Sistem Tertutup Jurnal Ilmiah Widya Teknik Volume 16 Nomor 2. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma.Yogyakarta