

Optimalisasi Laju Pengeringan Pada Alat Pengering Pakaian Yang Tidak Terpengaruh Waktu Dan Cuaca

Eko Edy Susanto¹⁾, Febi Rahmadianto²⁾, Gerald Adityo Pohan³⁾
Institut Teknologi nasional Malang
Fakultas Teknologi Industri
Jalan Karanglo Km.2, Malang
Email: rahmadianto15@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan energi matahari unruk proses pengeringan pakaian tidak dapat diandalkan ketika musim hujan tiba. Dimana proses pengeringan menggunakan energi matahari. Penggunaan energi matahari unruk proses pengeringan pakaian tidak dapat diandalkan dikarenakan Perubahan cuaca yang tidak menentu karena itu dibuatlah "Alat Pengering Pakaian". Pembuatan alat pengering pakaian bertujuan untuk membantu proses pengeringan diwaktu cuaca tibak bagus.

Alat pengering pakaian mempunyai dua fungsi yang berbeda yaitu alat pemanas dan lemari pemanas atau pengering pakian. Alat pemanas terdapat Hand Blower dengan kecepatan 6 Speed dengan tujuan agar pengguna dapat menyesuaikan kecepatan udara panas yang ingin dialirkan ke lemari pemanas untuk mendapatkan hasil yang efisien untuk mengeringkan pakaian, dan menggunakan panas kompor sebagai sumber energi panas.

Temperature panas kompor 400 °C pada temperature ruangan 28°C, Kemudian didapatkan Temperatur udara panas yang masuk ke lemari pemanas atau pengering 53 – 72 °C pada kecepatan putaran blower yang digunakan. Dan temperature udara panas Hasil pengujian dari alat pengering pakaian didapat efisiensi pada ruang pengering yang terbesar pada kecepatan putaran blower 3000 Rpm sebesar 6,42 % dan efisiensi terkecil pada kecepatan putaran blower 9000 Rpm sebesar 0,38.

Kata Kunci : Alat Pengering, Efisiensi, Sirkulasi Udara Panas, Kecepatan Putaran Blower, Gas LPG

LATAR BELAKANG

Penggunaan energi matahari unruk proses pengeringan pakaian tidak dapat diandalkan ketika musim hujan tiba. Bagi pelaku bisnis seperti jasa laundry, dimana proses pengeringan menggunakan energi matahari, mengandung resiko cukup besar meskipun disisi lain memberikan keuntungan. Selain itu energi matahari tersedia melimpah dan juga gratis. Jumlah pakaian yang dapat dikeringkan dalam selang waktu tertentu dan juga tidak terbatas. Dengan demikian dibutuhkan peralatan pengering alternatif yang mampu mengeringkan pakaian dengan energi lain saat matahari tidak dapat diandalkan. (Kusbandono & Untuk, 2015)

Pada saat ini jasa laundry merupakan bisnis yang menjanjikan, dimana sasaran utama dari pekerjaan maupun mahasiswa yang sibuk karena kegiatan dan tidak mempunyai waktu untuk mencuci. Di kota besar jasa laundry sangat banyak ditemui, apalagi disekitar Universitas yang ada d kota Malang. Persaingan jasa seperti itu membutuhkan inovasi dalam mencari pelanggan yang tetap. Perubahan cuaca seperti saat ini menjadi sedikit kerugian bagi jasa laundry yang membuat pakaian lama keringnya. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan pakaian bagi jasa laundry adalah 2-3 hari untuksatu pelanggan. Ketergantungan manusia pada panas matahari dalam pemanfaatan untuk mengeringkan pakaian belum dapat ditinggalkan karena belum adanya alat dan teknologi yang mampu membuat manusia melepaskan ketergantungan terhadap panas matahari. (marpuah,2010)

Sehingga penulis menemukan inovasi alat yang dapat membantu proses pengeringan yang mampu melakukan proses pengeringan tanpa menggunakan sumber energy matahari. Sehingga tujuan membuat alat pengering pakaian yang dapat digunakan kapan saja.

TINJAUAN PUSTAKA

Teori Pengeringan

Pengeringan adalah operasi rumit yang meliputi perpindahan panas dan massa secara transien serta beberapa laju proses , seperti tranformasi fisik atau kimia, yang pada gilirannya dapat menyebabkan perubahan mutu hasil maupun meknisme perpindahan panas dan massa. Perubahan fisik yang mungkin terjadi meliputi pengkerutan, penggumpalan, kristalisasi, transisi gelas. Pada beberapa kasus, dapat terjadi reaksi kimia atau bio kimia yang diinginkan atau juga tidak diinginkan, yang menyebabkan perubahan warna tekstur, aroma atau sifat lain padatan yang dihasilkan. Sebagai contoh pada pembuatan katalis kondisi pengeringan dapat menyebabkan perbedaan nyata dalam aktivitas katalis tersebut melalui perubahan luas permukaan internalnya. (Kusbandono, 2015)

Pengering terjadi melalui penguapan cairan dengan pemberian panas ke bahan umpan basah. Sebagaimana disebut sebelumnya, panas dapat disebabkan melalui konveksi (pengeringan langsung) konduksi (pengeringan tak langsung) radiasi atau secara volumetrik dengan menempatkan bahan basah tersebut dalam medan elektromagnetik gelombang mikro atau frekuensi radio. Lebih dari 85% mesin pengering industrial adalah jenis konveksi dengan udara panas atau gas – gas pembakaran langsung sebagai media pengering mengakibatkan proses pelepasan air. Seluruh cara pengeringan, kecuali di elektrik (gelombang mikro atau frekuensi radio), menyediakan panas pada batas objek yang dikeringkan sehingga panas harus berdifusi kedalam padatan dengan cara konduksi. Cairan harus bergerak ke batas bahan sebelum diangkut keluar oleh gas pembawa

Pergerakan air didalam dalam padatan dapat terjadi melalui salah satu atau lebih dari mekanisme pindahan massa berikut :

1. Difusi cairan, jika padatan basah berada pada suhu dibawah titik didih cairan tersebut.
2. Difusi uap jika cairan tersebut menguap dalam bahan.
3. Difusi Knudsen jika pengeringan berlangsung pada suhu dan tekanan sangat rendah, misalnya pada pengeringan beku.
4. Difusi permukaan (mungkin terjadi meskipun belum terbukti)
5. Beda tekanan hidrostatik, jika laju penguapan internal melampaui laju pergerakan uap melalui padatan kelilingan sekitar.
6. Kombinasi dari mekanisme diatas

Perlu dicatat bahwa karena struktur fisik padatan yang dikeringkan dapat berubah selama pengeringan, perpindahan air juga dapat berubah dengan bertambahnya waktu pengeringan.

KLASIFIKASI PRINSIP KERJA MESIN PENGERING

Pengelompokan mesin pengering pakaian berdasarkan metode masuknya energi panas yang lebih bermanfaat karena kemungkinan seseorang mencirikan beberapa gambaran kunci tiap – tiap kelompok mesin pengering

Mesin pengeringan langsung

Dikenal sebagai mesin pengeringan konveksi karena yang paling umum sampai saat ini sekitar 85% mesin pengering industrial diduga termasuk jenis ini terlepas dari efisiensi termalnya yang relative rendah akibat kesulitan untuk mengembalikan panas laten penguapan yang tersisa pada bagian pengeluaran mesin dalam pengertian efektivitas biaya. Udara panas yang diasilkan oleh pemanas langsung merupakan media pengeringan yang paling umum, meskipun untuk beberapa penerapan khusus, uap super panas akhir – akhir ini telah dibuktikan memberi efisiensi dan mutu lebih tinggi. Gas hasil pembakaran dapat digunakan jika bahan tidak sensitive terhadap panas ataupun dipengaruhi oleh keberadaan hasil pembakaran. Pada mesin pengeringan langsung media pengering bersentuhan langsung dengan bahan yang dikeringkan, panas yang diperlukan untuk pengeringan disediakan melalui konveksi dan air yang menguap diangkut keluar oleh media pengering tersebut. Suhu gas pengeringan berkisar 50°C hingga 400°C tergantung pada bahan yang dikeringkan. Udara dengan kelembapan rendah mungkin diperlukan saat mengeringkan bahan sangat sensitive terhadap panas.

Mesin Pengeringan Tak Langsung

Meliputi penyediaan panas ke bahan yang dikeringkan tanpa bersentuhan langsung dengan media perpindahan panas, misalnya panas dipindah dari media panas (uap, gas panas, fluida panas, dll) kepadatan basah melalui konduksi. Karena tidak ada aliran gas yang melalui dinding padatan basah, perlu penerapan vakum atau pengaliran gas secara perlahan untuk mengangkut air yang diuapkan sehingga ruang pengeringan tidak menjadi jenuh karena uap air. Suhu permukaan pindah panas dapat berkisar dari -40°C (seperti pada pengeringan beku) sehingga 300°C pada kasus mesin pengering tak langsung yang dipanasi dengan hasil pembakaran langsung seperti limbah lumpur

JENIS-JENIS PENGERINGAN PADATAN

Pengering Nampang

Sejauh ini pengeringan yang paling umum digunakan untuk produk dengan jumlah yang tidak terlalu besar adalah pengeringan nampang secara curah, yang terjadi dari satu atau beberapa kumpulan nampang yang ditempatkan pada ruang terinsulasi dimana udara panas di alirkan pada kipas dan kisi kisi pemandu yang dirancang sesuai keperluan.

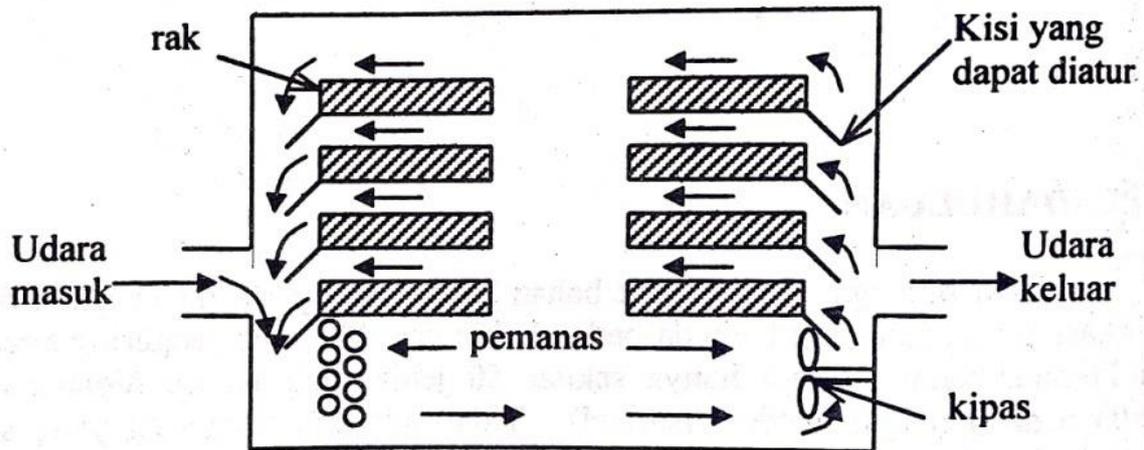


Fig. 1. Gambar. Pengering Nampang Jenis Curah
(Sumber : Termodinamika Dasar, Mesin Konversi Energi)

PENGERING ROTARI

Pengering rotari bercascade adalah pengering kontak langsung yang beroperasi secara kontinu dan terdiri atas angkang silinder yang berputar pelanserta biasanya dimiringkanbeberapa derajat dari bidang horizontal untuk membantu perpindahan umpan basah yang dimasukkan pada ujung atas drum.

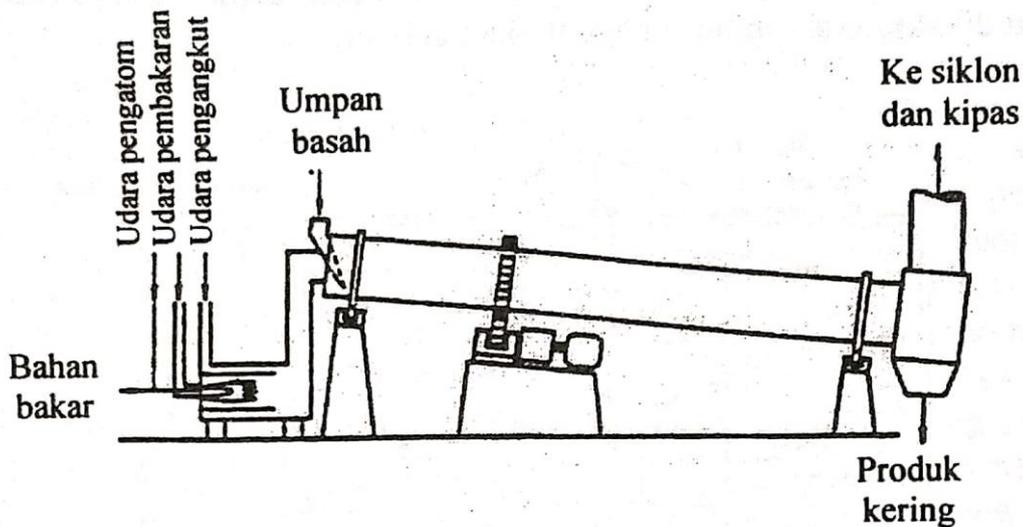


Fig. 2. Gambar. Pengering Rotari Bercascade
(Sumber : Termodinamika Dasar, Mesin Konversi Energi)

PENGERING BEKU

Padatan yang sangat sensitif panas, seperti bahan bertenologi tertentu, bahan farmasi ata pangan dengan kandungan flavor tinggi, dapat di kering-bekukan dengan iaya yang sekurang-kurangnya setingkat lebih tinggi dari pengeringan semprot - merupakan oprasi pengeringan yang tidak murah. Disini pengeringan terjadi dibawah titi triple cairan dengan menyublimkan air beku menjadi uap, yang emudian dkeluarkan dari ruang pengering dengan pompa vakum mekanis atau ejektor jet uap panas

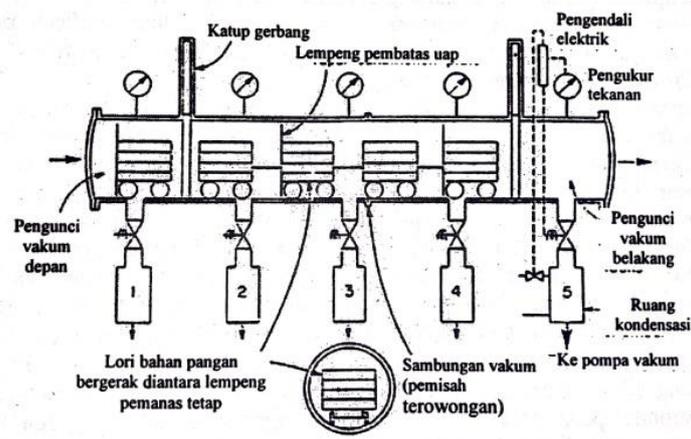


Fig. 3. Gambar. Pengering Beku Terowongan
(Sumber : Termodinamika Dasar, Mesin Konversi Energi)

PENGERINGAN VAKUM

Untuk pengeringan padatan berbentuk butiran atau sluri, pengeringan vakum dengan berbagai rancangan mekanisme telah tersedia secara komersial. Pengering jenis ini lebih mahal dari pada pengeringan bertekanan atmosfer tetapi sesuai untuk bahan yang sensitif panas dan memerlukan pemulihan pelarut atau jika ada resiko kebakaran atau ledakan. percampuran bentuk kerucut tunggal atau ganda dapat diterapkan untuk pengeringan dengan pemanasan selimut dengan bejana dan pemvakuman.

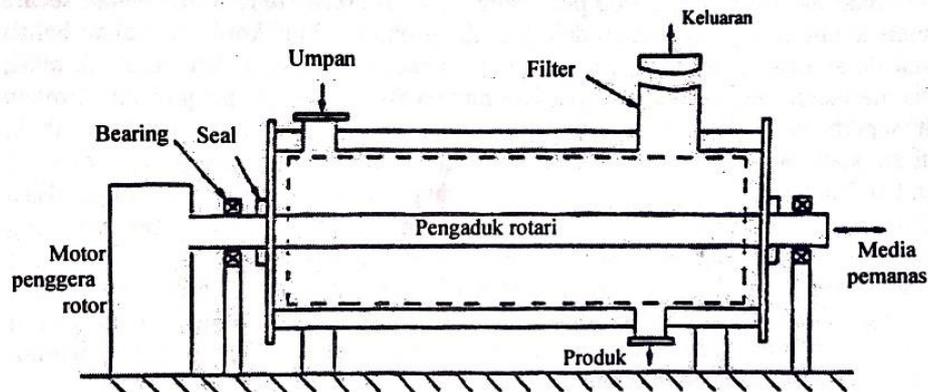


Fig. 4. Gambar. Pengering Vakum Jenis Pedal
(Sumber : Termodinamika Dasar, Mesin Konversi Energi)

FAKTOR-FATOR YANG MEMPENGARUHI PENERINGAN

Pada pengeringan selalu diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimal dan stabil. Karena diperlukan usaha untuk mempercepat perpindahan panas dan perpindahan massa. Dalam hal ini perpindahan massa adalah perpindahan air keluar dari bahan yang dikeringkan dalam proses pengeringan. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengeringan secara maksimum, antara lain :

1. Luas permukaan.
2. Temperatur.
3. Kecepatan Udara.
4. Tekanan Atm dan Vakum.
5. Kelembapan udara.
6. Waktu

Faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan mesin untuk memperoleh pengeringan maksimum adalah :

1. Luas Permukaan, dimana bahan yang dikeringkan mengalami proses pemerasan. Proses pemerasan ini akan mempercepat proses pengeringan. Hal ini disebabkan pemerasan kain akan mempermudah panas masuk ke rongga – rongga yang ada di kain akan mempermudah difusi dan menyebabkan penurunan berat.

2. Suhu, dimana semakin besar perbedaan temperatur maka akan semakin cepat proses perpindahan panas berlangsung sehingga mengakibatkan proses penguapan semakin cepat. Atau semakin tinggi suhu udara pengeringan maka akan semakin besar pula.
3. Kecepatan dimana udara umumnya yang bergerak akan lebih banyak mengambil uap airdari permukaan bahan yang dikeringkan. Udara yang bergerak adalah udara yang mempunyai kecepatan gerakyang tinggi yang brguna untuk mengambil uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan, sehingga dapat mrncrgah terjadinya uudara jenuh yang dapat memperlambat penghilangan air. Kecepatan udara umumnya udara yang bergerak akan lebih banyak membuat uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan. Udara yang bergerak adalah udara yang mempunyai kecepatan gerak yang tinggi yang berguna untuk mengambil uap air dan menghilangkan uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan, sehingga dapat mencegah terjadinya udara jenuh yang dapat memperlambat penghilangan air.
4. Kelembapan udara (RH) dimana semakin lembab udaranya didalam ruang pengering dan sekitarnya maka akan semakin lama proses pengeringannya, Begitu juga sebaliknya. Karena udara kering dapat mengabsorbsi dan menahan uap air. Setiap bahan mempunyai kelembapan masing – masing yaitu kelembapan pada suhu tertentu, dimana bahan tidak akan kehilangan air dari atmosfer atau tidak akan mengambil uap air dari atmosfer. Jika $RH < RH$ keseimbangan.
5. Waktu, dimana semakin lama waktu pengeringan (batas tertentu) maka akan semakin cepat proses pengeringan selesai. Dalam pengeringan ditetapkan konsep HTST (High Temperature Short Time) Short time dapat menekan biaya
6. Tekanan Atmosfer, pengeringan pada kondisi vakum menyebabkan pengeringan lebih cepat atau suhu yang digunakan untuk pengeringan suhu pengeringan daat lebihrendah. Suhu rendah dan ecepatan pengeringan yang tinggi diperlukan untuk mengeringkan bahan pangan.
7. Penguapan air, penguapan atau evaporasi merupakan penghilangan air dari bahan pangan yang dikeringkan sampai produk yan diperoleh produk kering yang stabil. Penguapan yang terjadi selaa proses pengeringantidak menghilangkan semua air yang terdapat dalam bahan pangan
8. LamaPengeringan, pengeringan dengan uhu tinggi dalam waktu yang pendek dapat lebuh menekan kerusakan bhan pangan dibandingkan yang lebih lama dan suhu yang lebih pendek.

KALOR

Kalor merupakan suatu energi yang mudah diterima dan mudah dilepaskan sehingga dapat temperatur zat tersebut menjadi naik dan turun. Sehingga energi kekal benda yang memiliki temperatur lebih tinggi akan melepaskan energi sebagai QL (kalor laten) dan benda yang memiliki temperatur lebih renda akan menerima energi sebesar QT (kalor sensible) dengan besar yang sama. Kalor jenis adalah sifat zat yang menunjukkan banyaknya kalor yang digunakan untuk menaikkan suhu zat bersama 1 Kg sebesar 1°C atau 1 K. Temperatur yang sama. Ternyata setiap benda akan menyerap energi alor dengan besar yang sama.

$$Q = m C \Delta T$$

Q = Kalor (Joule atau kalori)

C = kalor Jenis (Joule/K atau Kal/C)

ΔT = Perubahan Suhu (°K atau °C)

Yaitu perpindahan perpindahan kalor dari benda bersuhu tinggi menuju ke benda bersuhu rendah.

METODE

Metode penelitian merupakan suatu cara ilmiah dalam perancangan penelitian untuk mendapatkan data atau informasi dengan tujuan tertentu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Studi Literatur dan Lapangan

Peneliti melakukan studi atau kajian tentang judul dari jurnal penelitian tentang mesin pengering bagaimana cara kerja mesin pengering dan metode penelitian yang dipakai untuk menentukan sirkulasi udara panas pada mesin pengering pakaian dengan metode menggunakan blower. Pada studi literatur tersebut ada beberapa rumus dan teori yang dipakai dalam menentukan sirkulasi udara panas dan perhitungan kalor pada mesin pengering. Adapun rumus sebagai berikut Untuk menentukan kalor yang dihasilkan pada bahan bakar gas LPG.

Metode Eksperimen

Dengan pengujian langsung terhadap bahan/specimen yang akan diteliti tersebut.

PEMBAHASAN

TABLE I. PENGAMBILAN PADA ALAT PEMANAS

Kecepatan Putaran Blower (Rpm)	Temperatur Panas Kompor (°C)	Waktu (menit)	Temperatur pada Alat Pemanas (°C)	
			T_{in}	T_{out}
3000	400	30	95	75
3000	400	60	95	75
3000	400	90	95	75
3000	400	120	95	75
3000	400	150	95	75
3000	400	180	95	75
3000	400	210	95	75
5000	400	30	90	68
5000	400	60	90	68
5000	400	90	90	68
5000	400	120	90	68
5000	400	150	90	68
5000	400	180	90	68
5000	400	210	90	68
7000	400	30	85	58
7000	400	60	85	58
7000	400	90	85	58
7000	400	120	85	58
7000	400	150	85	58
7000	400	180	85	58
7000	400	210	85	58
9000	400	30	83	53
9000	400	60	83	53
9000	400	90	83	53
9000	400	120	83	53
9000	400	150	83	53
9000	400	180	83	53
9000	400	210	83	53

Optimalisasi Laju Pengeringan Pada Alat Pengering Pakaian Yang Tidak Terpengaruh Waktu Dan Cuaca

TABLE II. PENGAMBILAN DATA PADA LEMARI PEMANAS

Kecepatan Putaran Blower (Rpm)	Waktu (menit)	Temperatur Udara Panas Dalam Pipa (°C)					
		Masuk Ke Dalam Lemari (T_{out})				Temperatur didalam Lemari (°C)	
		Atas		Bawah		T^1	T^2
		a	a^i	b	b^i		
3000	30	72	72	72	72	38	37
3000	60	72	72	72	72	39	38
3000	90	72	72	72	72	40	39
3000	120	72	72	72	72	41	40
3000	150	72	72	72	72	42	41
3000	180	72	72	72	72	43	42
3000	210	72	72	72	72	44	43
5000	30	65	65	65	65	37	36
5000	60	65	65	65	65	38	37
5000	90	65	65	65	65	39	38
5000	120	65	65	65	65	40	39
5000	150	65	65	65	65	41	40
5000	180	65	65	65	65	42	41
5000	210	65	65	65	65	43	42
7000	30	57	57	57	57	36	35
7000	60	57	57	57	57	37	34
7000	90	57	57	57	57	38	36
7000	120	57	57	57	57	39	37
7000	150	57	57	57	57	40	38
7000	180	57	57	57	57	41	39
7000	210	57	57	57	57	41	39
9000	30	53	53	53	53	35	34
9000	60	53	53	53	53	36	35
9000	90	53	53	53	53	37	36
9000	120	53	53	53	53	38	37
9000	150	53	53	53	53	39	38
9000	180	53	53	53	53	40	39
9000	210	53	53	53	53	41	40

TABLE III. PEMAKAIAN BAHAN BAKAR GAS LPG

Bahan Bakar	Pemakaian bahan bakar saat proses pengeringan (menit)						
	30	60	90	120	150	180	210
LPG (3Kg)	0,28 Kg	0,56 Kg	0,84 Kg	1,12 Kg	1,40 Kg	1,68 Kg	1,96 Kg

TABLE IV. PENURUNAN MASSA PAKAIAN

Kecepatan Putaran Blower (Rpm)	Penurunan Tiap 30 Menit (gram)
3000	445
5000	405
7000	320
9000	250

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil dari penggunaan energy yang telah terpakai sebesar 1,96 Kg dengan kapasitas pakaian 8 Kg kemudian dimasukkan ke mesin cuci menghasilkan berat sekitar 4 Kg kemudian dimasukkan ke ruang pengering menghasilkan waktu pengeringan 210 menit dengan hasil pakaian kering.

Dari hasil yang diperoleh bahwa energi yang berguna dengan hasil terbesar terjadi pada kecepatan putaran blower 9000 Rpm yaitu 10112798 J/s. Sedangkan hasil terkecil energy panas yang berguna terjadi pada kecepatan putaran blower 3000 Rpm yaitu 6741865 J/s. Faktor yang mempengaruhi adalah kecepatan putaran blower. Perbedaan kecepatan putaran blower mempengaruhi hasil Temperatur panas masuk dan keluar. Selisih tempertaur panas masuk pada kecepatan putaran blower 3000 Rpm yaitu 368 °K dan temperature panas keluar yaitu 348 °K. sedangkan Temperatur panas pada kecepatan putaran blower 9000 mempunyai selisih lebih besar 30 °K.

Dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa Efisiensi terbesar pada alat pemanas dengan kecepatan putaran blower yaitu pada 9000 Rpm yaitu 11,05 % dan efisensi terkecil pada 3000 Rpm yaitu 7,67 %. Faktor efisiensi terbesar dipengaruhi oleh kecepatan putaran blower yang tinggi sehingga Temperatur panas yang dihasilkan pada alat pemanas mempunyai selisih cukup besar.

Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan energy yang terpakai didalam ruang pengering pada kecepatan putaran blower 3000 Rpm yaitu 7471135 J. dan kecepatan putaran blower 9000 Rpm yaitu 4197267 J. Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya energi yang terpakai adalah energi yang masuk ke lemari pemanas, karena pada kecepatan putaran blower 3000 Rpm udara panas yang dihasilkan cenderung panas yang dihasilkan lebih banyak dari pada udaranya. Namun pada kecepatan putaran blower 9000 Rpm cenderung udara yang dihasilkan lebih banyak dari pada panasnya.

Dari penelitian yang telah dilakukan efisiensi pada ruang pengering yang terbesar pada kecepatan putaran blower 3000 Rpm sebesar 6,42 % dan efisiensi terkecil pada kecepatan putaran blower 9000 Rpm sebesar 0,38. Factor yang mempengaruhi nilai efisiensi pada alat pengering pakaian adalah kecepatan putaran blower dan Temperatur panas masuk yang didapatkan. Jadi pada kecepatan putaran blower yang kecil didapatkan panas besar untuk mengeringkan pakaian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kurniawan, M. A., & Tjahjadi, G. (2016). PENGAMAN OTOMATIS KOMPOR GAS LPG SATU TUNGKU BERBASIS MIKROKONTROLER. 14, 19–34.
 [2] Kusbandono, W., & Untuk, C. (2015). Mesin Pengering Pakaian Energi Listrik Dengan. Snttm Xiv, 7–8.
 [3] Mesin, J. T., Industri, F. T., Teknologi, I., & Nopember, S. (2006). Pengaruh Posisi Difuser dan Variasi Kecepatan Udara Masuk terhadap Distribusi Temperatur Ruang Terkondisi Sebuah Studi Numerik. Jurnal Teknik Mesin, 8(1), 1–7. <https://doi.org/10.9744/jtm.8.1.pp.1-7>

Optimalisasi Laju Pengeringan Pada Alat Pengering Pakaian Yang Tidak Terpengaruh Waktu Dan Cuaca

- [4] Novita, D. M., & Damanhuri, E. (2009). Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi dan Karakteristik Sampah Perkotaan di Indonesia dalam Konsep Waste To Energy. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 16(2), 103–114. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5614%2Fjt1.2010.16.2.1>
- [5] kreith Frank, Prijono Arko., Prinsip - prinsip perpindahan panas., 1994, Penerbit Erlangga.Setyo Muji, Waluyo Budi, P. Candra Bagio, Munahar Suroto, Setyawan Chandra .I , K. W. Djoko, Efek Perubahan Komposisi LPG Terhadap Energy Delivery Pada Spark Ignition, www.researchgate.net , ISSN 2407-9189, 2017, Universitas Muhammadiyah Magelang, di akses pada 10:00 WIB, 9 Maret 2020.
- [6] Sukardi Chandrasa, Bendatu Monika, Laras, Pramesta Arie., *Termodinamika Dasar Mesin Konversi Energi* . , 2014, Universitas Mercubuana, ANDI.