



Rancang Bangun Alat Pengasap Tipe Paralel

Design of Smoker Paralel Type

Tirta Satria Gemilang¹, Sandi Asmara¹, Tamrin¹, Warji^{1*}

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: warji1978@gmail.com

Abstract. *In this research, design, assembly, testing and temperature regulation were carried out. This parallel type smoker has 3 main parts, namely the combustion stove, inlet pipe, and smoking cupboard. In the inlet pipe there is a faucet which functions as a control for the smoke output and temperature from the combustion stove to the smoking cupboard. In terms of testing, this tool was tested in several stages, namely trial 1, trial 2, and performance test. After the test is complete, the final stage is carried out, namely equalizing the temperature in each cupboard. The trial phase 1 was carried out with treatment on the operation of the smoke cupboard. Where the stages of operation of all cupboards are carried out simultaneously, then operation of 2 cupboards is carried out and one path is closed alternately. The results showed that the tool experienced problems in the form of unstable temperatures and leaks in the smoker cupboard, so it required patching with silicon. After design improvements have been made, trial 2 and performance testing are continued. Trial 2 was carried out to find out whether the tool still had problems or not before carrying out a performance test. The treatment for trial 2 was the same as that given during trial 1. As a result, the device had no leaks and the temperature was stable and the device was ready to operate at the 15th minute. After that, a performance test was carried out which had the same stages as trials 1 and 2. This is intended to see whether the tool is in accordance with the results during testing or not. After the performance test is carried out, the final stage is to equalize the temperature in each cupboard to produce the same and stable temperature. This equalization is done by adjusting the opening of the faucet valve on the inlet pipe. The results obtained were a parallel type smoker which had 3 smoking cabinets with the same temperature around 37oC. This temperature can be used for low smoking temperature.*

Keywords: *Design of Smoker, Parallel, Temperature.*

1. Pendahuluan

Pengasapan merupakan sebuah upaya untuk memperpanjang waktu simpan suatu bahan makanan yang mudah membusuk akibat kadar air yang terlalu tinggi. Pengasapan akan membuat bahan makanan mengering akibat pemberian asap panas pada produk. Asap berisi komponen senyawa yang penting untuk penentuan organoleptik dan lama produk. Pengolahan makanan asap menjadi suatu kegiatan usaha kecil bagi masyarakat yang memiliki usaha bahan makanan basah seperti daging dan ikan. Hal ini biasanya dilakukan sebagai jalan alternatif dari penanganan bahan makanan yang tidak tertampung oleh pengusaha industri dan konsumen lokal.

Suhu pengasapan berbeda-beda pada perlakuannya tergantung kebutuhan konsumen dan jenis alat pengasap yang digunakan. Ada lima jenis proses pengasapan, yaitu pengasapan dingin, pengasap panas, pengasap panas, pengasap cairan, dan pengasap elektrik. Namun sebagian besar produk diolah dengan cara pengasapan panas, yaitu suhu pengasapan yang membuat produk olahan tersebut matang. Saat ini dikembangkan teknologi pengasapan dengan menggunakan asap cair (cuka kayu) sehingga menghasilkan produk dengan rasa yang lebih stabil dibandingkan dengan cara tradisional (Sulistijowati *dkk*, 2011).

Telah dilakukan beberapa studi literatur, terdapat permasalahan dimana keluaran asap pada ruang pengasapan kurang dapat diatur. Menurut Nurmianto *dkk*. (2018) jarak antara ruang bakar dengan ruang pengasapan harus diperhatikan, karena jarak yang terlalu dekat antara sumber asap dan ruang pengasapan dapat mengakibatkan banyaknya asap di dalam ruang pengasapan dan mengakibatkan pengasapan tidak sempurna. Hal ini akan menyebabkan banyak bahan yang diasap hangus selama proses pengasapan.

Pengurangan panas yang sangat tinggi harus dilakukan untuk menjaga kualitas produk akhir. Pengaturan suhu pada suatu pengasapan menjadi hal penting dalam pengasapan. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan hasil cepat kering dan hangus pada bagian luarnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemecahan panas menjadi beberapa bagian untuk menurunkan panas yang terlalu tinggi. Sehingga, memperbaiki hasil akhir dari pengasapan.

Penelitian rancangan teknologi alat pengasap tipe paralel ini dimaksudkan untuk memecahkan panas ke dalam 3 ruang pengasapan yang mana keluaran asap dan suhu yang masuk ke ruang pengasapan dapat diatur serta ruang bakar yang dipisah dengan ruang pengasapannya. Sistem paralel sendiri ialah sistem yang berjalan secara seragam. Paralel yang diharapkan pada alat ini ialah pada lemari pengasapan dimana memiliki suhu keluaran yang sama.

Tujuan penelitian ini ialah membuat, merancang, dan menguji alat pengasap tipe paralel yang mana ruang bakar dan ruang pengasapannya terpisah serta keluaran asapnya dapat diatur sehingga menghasilkan kesamaan suhu di setiap lemarnya. Harapannya, teknologi ini dapat memperbaiki hasil dari pada pengasapan bahan makanan yang akan diproduksi dengan proses pengasapan. Alat pengasap tipe paralel dibuat untuk menyalurkan panas ke dalam lemari pengasapan dimana terjadi penyeragaman suhu keluaran yang terjadi pada lemari pengasap. Hanya dilakukan uji tanpa beban (tanpa komoditi yang akan diasap).

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September-Desember 2023 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian (LDAMP) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah meja kerja, plat besi, mesin las listrik, kawat las, stop kontak, papan triplek, alat tulis, gerinda, mata gerinda, engsel piano, pipa galvanis, spidol, kawat, tang potong, tang *rivet*, meteran, palu besi, *silicon*, besi behel, kayu reng, paku *rivet*, thermometer raksa, gergaji kayu.

2.1. Metode

2.1.1. Perancangan desain

Perancangan desain alat dilakukan dengan menggunakan *Software AutoCAD* pada Laptop. Perancangan ini dilakukan dengan membuat desain 3D dari alat yang akan dibuat.

2.1.2. Pembuatan alat

Tahap pembuatan alat dengan cara bertahap secara manual yaitu dengan membuat rangkaian pipa *inlet* dan tungku bakar menggunakan teknik pengelasan, lalu dilakukan pembuatan lemari pengasap menggunakan gergaji, paku, dan palu.

2.1.3. Pengujian alat

Tahap pengujian dilakukan dengan menghidupkan alat dan menganalisis kinerja alat. Hasil data dari pengujian berupa suhu dalam satuan derajat Celsius serta disajikan dengan tabel.

2.1.4. Penyeragam suhu pada lemari pengasap

Penyeragaman suhu dilakukan dengan pengaturan kran yang terdapat pada jalur pipa *inlet*. Data yang diperoleh berupa suhu dalam satuan derajat Celsius lalu disajikan dalam bentuk tabel dan juga grafik.

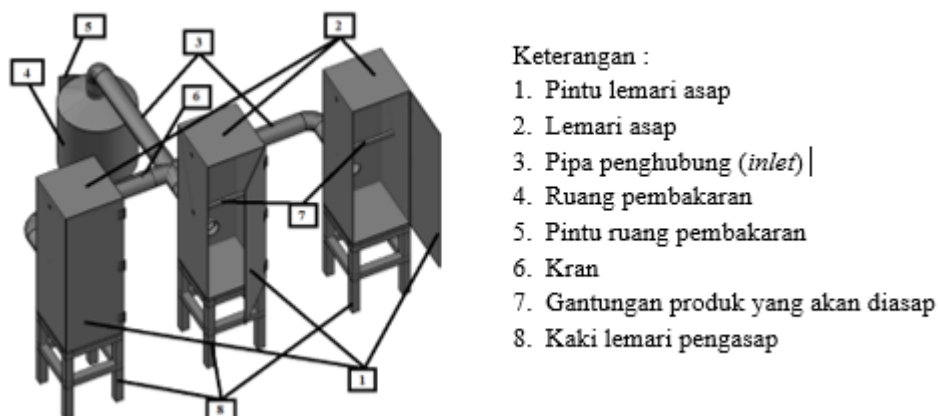
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perancangan Desain

Perancangan desain dilakukan menggunakan *Software AutoCAD*. Hal ini dilakukan sebagai penyamaan dari kriteria desain yang telah ditetapkan sebelum perancangan alat.

3.1.1 Kriteria Desain

Perancangan desain pada alat yang dibuat adalah sebuah alat pengasap tipe paralel yang mana memiliki tiga cabang yang tiap ujungnya terhubung ke ruang pengasapan. Kriteria desain yang diinginkan ialah sebuah alat pengasap tipe paralel yang dimana keluaran asap (debit asap) yang masuk dalam ruang pengasapan dapat diatur dengan pemutaran kran, maka dari itu alat ini dilengkapi dengan kran yang dapat diputar untuk membuka dan menutup jalur pada setiap cabangnya.



Gambar 1. Daesain alat pengasap tipe paralel

Kriteria lain yang diinginkan untuk alat ini ialah kapasitas dalam setiap ruang pengasap dalam sekali proses pengasapan berlangsung ialah 3 kg. Sehingga ketika alat pengasap beroperasi, mampu menampung 3 kilogram dalam setiap ruangnya.

3.2. Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan dengan cara pengelasan dan perakitan secara manual sesuai desain yang telah dibuat.



Gambar 2. Alat pengasap tipe parallel

3.2.1 Desain Struktural dan Desain Fungsional

Alat pengasap tipe parallel yang telah dibuat didukung dengan pemilihan struktur dan bahan yang sesuai dengan fungsinya. Tujuannya agar mendapatkan hasil alat yang memuaskan. Alat yang telah dibuat memiliki bagian penting dimana memiliki fungsi yang mendukung alat tersebut ketika beroperasi. Alat ini terdiri atas tungku (ruang pembakaran), saluran pipa inlet bercabang 3, kran pada tiap cabang pipa, dan ruangan pengasapan.

a. Pipa Inlet

Saluran pipa *inlet* dibuat dengan bercabang 3 (menyesuaikan jumlah ruang pengasap) dan memiliki dua bagian *elbow* dimana setiap cabang setelah bagian *cross* diberi kran. Saluran ini dibuat secara manual dengan menggunakan gerinda tangan dalam pemotongannya dan mesin las dalam penyambungannya. Fungsi utama dari saluran *inlet* ini ialah sebagai penyalur atau pengumpan asap panas hasil pembakaran ke dalam ruang-ruang pengasap. Saat asap panas dari ruang bakar yang terdorong oleh energi kinetik dari pembakaran masuk ke dalam saluran, asap akan melewati *cross* (percabang pipa). *Cross* ini akan membagi asap ke tiga jalur pipa yang mengarah ke setiap lemari pengasapan.

Saluran pipa *inlet* dibuat secara terpotong-potong. Potongan ini terletak pada bagian atas tungku, saluran setelah *cross*, dan saluran masuk ke lemari. Tujuannya agar memudahkan dalam proses penyimpanan alat (memakan banyak tempat) setelah digunakan. Penyambungan *inlet* menggunakan sabuk klem untuk mengikat antar sambungan pipa. Ketika alat akan digunakan maka dilakukan proses perangkaian ulang alat, yaitu dengan menyambungkan alat dari bagian satu ke bagian lain. Saluran pipa inlet dibuat dengan pipa besi (*galvanis*). Pembuatan saluran *inlet* ini dilakukan secara manual mengikuti desain yang telah dibuat sebelumnya. Terdapat beberapa bagian penting pada saluran pipa *inlet* ini, yaitu *cross*, *elbow*, kran, dan klem.

Pipa besi yang digunakan sebagai bahan pembuatan saluran *inlet* ini berukuran 2,5 inch. Penggunaan pipa besi ini dimaksudkan agar suhu panas tidak merusak saluran sehingga asap panas dapat diteruskan ke dalam lemari pengasap. Bagian-bagian lainnya juga dibuat secara manual dengan pipa yang sama menggunakan penyambungan dengan alat las listrik.

Saat pengoperasian alat, pipa *inlet* berjalan sesuai dengan rancangan. Hanya saja ditemukan titik bagian kebocoran akibat kurang sempurna proses pengelasan, khususnya pada bagian *elbow*

dan cross. Namun, hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan *silicon* tahan panas.

b.Kran

Kran yang diberikan pada alat dibuat secara manual. Tujuan dari pemberian kran ini ialah untuk memenuhi kriteria desain yang dibuat. Dimana asap dapat diatur keluarannya dengan pemberian kran ini. Keluaran asap dapat diatur dengan memutar tangkai kran untuk membuka atau menutup saluran.

Kran ditempatkan pada setiap percabangan pipa setelah melewati *cross* yang dibuat. Hal ini dilakukan karena fungsi dari kran yaitu membuka dan menutup jalur yang dibuat. Sehingga, ketika lemari pengasap hanya digunakan satu atau dua saja, maka asap dapat dicegah keluar ke lemari yang tidak digunakan. Pemberian kran ini sangatlah penting dalam alat ini, karena tujuan dari penelitian ini sendiri ialah menciptakan alat pengasap tipe paralel yang dapat diatur keluaran asapnya. Kran dibuat langsung secara manual di pipa *inlet*. Kran terbuat dari plat besi yang dibentuk melingkar mengikuti diameter dalam pipa yaitu 5,7 cm. Hal ini difungsikan agar tahan akan suhu yang diteruskan dari ruang bakar, dan juga tidak ada asap yang lolos ketika kran ditutup.

Pembuatan kran pertama dilakukan dengan membuat koin yang menyesuaikan diameter dalam pipa, kemudian diberikan besi selubung besi sepanjang diameter pipa yang dilebihkan 2 cm di tengahnya sebagai penjepit koin sebagai selubung pemutar kran. Lalu dilubangi pipa untuk memasukan selubung besi sehingga koin dapat terkunci dan tidak terlepas dari porosnya.

c.Lemari Pengasap

Tujuan dari penelitian ini ialah menciptakan alat yang mana tempat pengasapannya terpisah dengan dengan ruang bakar agar bahan yang akan diasapi tidak terkena sumber api langsung yang menyebabkan bahan yang diasapi gosong atau hangus karena panas berlebih. Maka dari itu ruang pengasap dibuat terpisah dengan dihubungkan pipa dengan ruang pembakaran.

Ruang pengasapan dibuat dengan volume 192000 cm^3 ($40 \times 40 \times 120 \text{ cm}$). Tujuannya untuk memenuhi kriteria desain yang mana dapat menampung kapasitas 3 kilogram dalam setiap ruangnya. Dibuatkan juga kaki ruang pengasap yang terpisah sebagai penopang ruang pengasap. Tujuan dari pembuatan kaki secara terpisah tidak lain ialah untuk mempermudah saat penyimpanan alat. Ruang pengasapan dibuat dengan dimensi $40 \times 40 \times 120 \text{ cm}$, sehingga menghasilkan volume 192000 cm^3 . Hal ini dilakukan untuk memenuhi kapasitas ruang asap yang direncanakan yaitu 3 kilogram tiap ruangnya.

Ruang asap dibuat menggunakan papan kayu triplek dengan ketebalan 5 milimeter atau 0,5 cm. Sebagai pengikat triplek diberi tulangan (kerangka) dengan kayu reng berukuran sekitar $2 \times 2 \text{ cm}$. Pemilihan bahan ini dimaksudkan untuk penyimpanan panas yang lama pada ruang asap, serta menjaga kualitas bahan yang diasap. Ruang pengasap dilengkapi dengan 2 batang kayu berukuran $1,5 \times 1,5 \text{ cm}$ sebagai media penggantung bahan yang akan diasapi. Bagian belakang dilubangi seukuran diameter luar pipa inlet untuk penggabungan ruang asap dan pipa.

Dalam pengoperasiannya lemari pengasap mengalami kendala di bagian sela-sela antar papan yaitu kebocoran. Kebocoran ini mengakibatkan banyaknya asap yang keluar sehingga menyebabkan kurang stabilnya suhu dalam ruang pengasap. Kendala ini diatasi dengan pemberian *silicon* pada sela-sela lemari yang renggang. Namun, masih ditemukan kebocoran pada pintu yang tidak rapat. Kekurangan pada lemari pengasap ialah tidak diberikannya pipa *outlet* pada bagian atas ruang pengasap.

3.3. Pengujian Alat

Uji kinerja alat dilakukan dengan beberapa kali percobaan pengasapan. Hal ini untuk melihat apakah alat asap yang dirancang sesuai dengan rancangan awal atau tidak. Uji kinerja alat asap tipe

paralel dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu, uji coba ke-1, perbaikan desain, uji coba ke-2, dan penyamaan suhu lemari.

3.3.1 Uji Coba ke-1

Tahap uji coba pertama dilakukan untuk melihat apakah kerja alat sesuai dengan harapan perancangan atau tidak sebelum dilakukannya perbaikan desain alat. Setelah dilakukan uji coba alat yang pertama, maka didapatkan hasil sesuai tabel berikut.

Tabel 1. Kenaikan suhu pada pengoperasian semua lemari uji coba ke-1

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)				
	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30 menit
1	34	35	36	36	37
2	54	57	61	61	65
3	32	32	32	32	33

Tabel 1 merupakan hasil uji pertama yang dilakukan ketika alat sudah selesai dirancang. Dimana pada percobaan ini semua kran dibuka untuk mengisi lemari pengasap dengan asap yang di umpan oleh inlet dari ruang bakar. Pada tabel diatas dilihat bahwa suhu cenderung berada di lemari ke-2. Hal ini terjadi karena lemari 2 berdekatan dengan sumber bakar dan juga inlet yang lurus sehingga dihasilkan suhu yang tinggi pada lemari 2. Lemari 1 memiliki suhu tertinggi setelah lemari pertama. Sedangkan untuk lemari 3 memiliki suhu yang terendah ketika percobaan dilakukan.

Tabel 2. Kenaikan suhu pada pengoperasian 2 lemari uji coba ke-1

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)				
	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30 menit
1	36	37	37	36	36
2	68	70	71	71	75
1	33	36	43	44	44
3	34	35	34	35	36
2	61	64	66	68	67
3	32	33	33	33	33

Tabel 2 memperlihatkan suhu lemari pengasap ketika hanya 2 lemari yang digunakan ketika alat berjalan. Dalam hal ini, dilakukan 3 perlakuan dimana pembukaan pada lemari 1 dan 2, lemari 1 dan 3, dan lemari 2 dan 3. Terlihat bahwasanya suhu cenderung besar hanya di satu lemari.

Tabel 3. Kenaikan suhu pada pengoperasian 1 lemari uji coba ke-1

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)				
	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30 menit
1	44	48	47	47	47
2	57	64	65	70	70
3	45	46	49	48	48

Tabel 3 menunjukkan kenaikan suhu hanya berfokus pada satu lemari. Terlihat pada tabel, suhu mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena pengumpulan suhu dilakukan hanya pada satu lemari, sehingga suhu berkumpul pada suatu ruangan yang menyebabkan angkanya besar.

Ketika dilakukan analisis pada uji coba pertama, ditemukan beberapa masalah yang terjadi pada alat. Masalah yang sangat terlihat ialah kebocoran pada beberapa titik pipa *inlet* dan kebocoran pada sela-sela lemari pengasapan. Hal inilah yang menyebabkan tidak stabilnya suhu pada ruang pengasapan.

Masalah lain yang timbul pada alat saat beroperasi ialah naik turunnya suhu yang tidak teratur pada ruang pengasapan. Hal ini disebabkan karena pembakaran pada tungku bakar tidak stabil, sehingga suhu turun. Maka dari itu diperlukan pengaturan untuk meratakan bara pada tungku bakar agar pembakaran merata.

3.3.2 Uji Coba ke-2

Uji coba ke 2 dilakukan setelah diadakan perbaikan desain pada alat. Perbaikan ini dilakukan untuk memaksimalkan kerja alat yang dirancang. Setelah dilakukan uji coba alat yang ke 2 didapatkan hasil seperti pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Kenaikan suhu pada pengoperasian semua lemari uji coba ke-2

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)						
	0 menit	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30 menit	40 menit
1	30	37	38	38	38	38	38
2	30	48	49	49	49	49	49
3	30	33	34	34	34	34	34

Perbaikan desain menunjukkan hasil yang cukup signifikan. Terlihat pada tabel 4 dimana tertera suhu mulai stabil dan stabil. Dapat dilihat bahwa alat berada pada kondisi *steady* pada menit ke 15, dimana tidak ada kenaikan suhu setelahnya. Kenaikan suhu saat pengoperasian semua lemari dengan kondisi kran terbuka lebar memiliki ciri yang masih sama dengan data uji coba 1. Dimana lemari 2 masih memiliki suhu tertinggi akibat berdekatan dengan sumber bakar. Lemari 3 memiliki suhu yang rendah dibandingkan 2 lemari lainnya.

Ketika dilakukan uji coba ke-2 didapatkan faktor lain yang menjadi penghambat pada proses pengasapan ini. Kecepatan angin di lingkungan alat menjadikan suhu tidak stabil. Akibatnya suhu berjalan ke lemari lain sehingga menambah derajat suhu pada lemari lainnya.

Tabel 5. Kenaikan suhu pada pengoperasian 2 lemari uji coba ke-2

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)						
	0 menit	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30 menit	40 Menit
1	30	52	54	54	54	54	54
3	30	39	42	42	42	42	42
1	30	34	36	36	36	36	36
2	30	68	70	70	70	70	70
2	25	40	49	50	50	50	50
3	25	29	30	32	32	32	32

Tabel 5 menunjukan hasil suhu ketika alat digunakan hanya dengan 2 jalur lemari yang terbuka, sedangkan sisanya tertutup. Hasil yang ditunjukkan oleh tabel tetap sama seperti dengan uji coba 1, dimana suhu cenderung ke satu lemari. Dalam tabel ditunjukkan suhu terbesar terdapat pada pengoperasian lemari 1 dan 2. Dalam pengoperasian tersebut didapatkan suhu 70°C pada lemari 2.

Tabel 6. Kenaikan suhu pada pengoperasian 1 lemari uji coba ke-2

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)						
	0 menit	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30 menit	40 menit
1	25	50	48	48	48	48	48
2	25	58	60	60	60	60	60
3	25	46	48	47	47	47	47

Dapat dilihat pada Tabel 6 merupakan hasil kenaikan suhu alat ketika pengoperasian hanya 1 lemari pengasap. Keadaan *steady* yang didapatkan pada setiap lemari ialah pada menit ke 15. Suhu tertinggi didapatkan pada lemari 2 dan suhu rendah didapat pada lemari 3. Pada pengoperasian dengan hanya 1 lemari pengasapan suhu yang diperoleh dapat tinggi akibat pengumpanan suhu dari ruang bakar hanya terfokus pada 1 lemari asap. Saat pengoperasian 1 lemari asap didapatkan hasil dimana suhu *steady* setiap lemari tidak sama. Hal ini disebabkan adanya kehilangan panas pada saat pengumpanan berjalan.

3.3.3 Uji Kinerja

Uji kinerja alat dilakukan setelah tahap uji coba pada alat dilaksanakan. Pengujian kinerja alat dilakukan seperti pada uji coba alat. Hal ini dilakukan untuk memastikan apakah hasil alat sudah sesuai setelah adanya uji coba. Dari uji kinerja alat pengasap tipe paralel didapatkan hasil sebagai pada tabel 7, tabel 8, dan tabel 9.

Tabel 7. Kenaikan suhu pada pengoperasian semua lemari uji kinerja

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)						
	0 menit	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30 menit	40 menit
1	28	32	32	32	32	32	32
2	28	42	51	55	55	55	55
3	28	32	32	33	33	33	33

Tabel 7 menunjukkan hasil kenaikan suhu ketika telah dilakukan pengoperasian alat dengan kondisi semua lemari terbuka. Dalam data yang dipaparkan, terlihat kondisi yang masih sama dengan uji coba sebelumnya, dimana lemari 2 tetap menghasilkan suhu tertinggi dari lemari 1 dan 3. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan jarak antar pipa *inlet* dan pipa ke lemari 2 cenderung lurus, sehingga energi kinetik dari api pembakaran langsung mendorong lurus tanpa adanya halangan. Berbeda dengan kondisi pipa lemari 1 dan 3, dimana ada potongan pada *cross* pipa untuk pembagian suhu dan juga adanya *elbow* pada pipa yang menyebabkan suhu hilang dalam perjalanan.

Tabel 8 Kenaikan suhu pada pengoperasian 2 lemari uji kinerja

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)						
	0 menit	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30menit	40menit
1	28	34	36	36	36	36	36
3	28	36	38	40	40	40	40
1	26	30	30	30	30	30	30
2	26	52	55	59	59	59	59
2	24	50	50	54	54	54	54
3	24	33	34	34	34	34	34

Kenaikan suhu pada tabel 8 diperlihatkan saat alat pengasap beroperasi dengan 2 lemari pengasap. Terlihat hasil pada lemari 1 dan 3 berbeda dengan saat uji coba. Hal ini disebabkan karena adanya angin di lingkungan sekitar yang masuk melalui sela pintu lemari, sehingga menyebabkan suhu terdorong ke lemari lain.

Dipengoperasian lemari 1 dan 2 ataupun 2 dan 3, hasil suhu masih terlihat sama dengan hasil uji coba alat dilakukan. Yaitu suhu cenderung naik di lemari 2. Sedangkan untuk suhu dilemari 3 atau 4, suhu cenderung kecil.

Tabel 9. Kenaikan suhu pada pengoperasian 1 lemari uji kinerja

Lemari	Kenaikan Suhu (°C)						
	0 menit	5 menit	10 menit	15 menit	20 menit	30 menit	40 menit
1	26	48	48	50	50	50	50
2	26	44	49	54	54	54	54
3	26	48	50	52	52	52	52

Setelah dilakukan uji kinerja alat dengan pengoperasian 1 lemari, didapatkan hasil seperti pada Tabel 9. Dapat dilihat bahwasannya perbedaan suhu cukup terlihat nyata. Saat penyalaan alat, suhu lemari mengikuti suhu lingkungan yaitu berkisar 26 derajat Celsius. Hal ini disebabkan karena pengambilan data dilakukan pada saat kondisi pagi hari dan mendung. Sehingga menyebabkan suhu lingkungan turun. Perbedaan suhu yang dihasilkan alat saat pengoperasian hanya pada satu lemari adalah 2 derajat untuk tiap lemarnya. Namun, suhu tertinggi tetaplah dihasilkan oleh lemari pengasap ke 2.

Dari sekian 3 kali uji yang telah dilakukan dapat dilihat bahwasanya alat dalam keadaan *steady* pada kisaran waktu 15 menit setelah tungku bakar dinyalakan. Konsistensi suhu dilakukan dengan cara melakukan perataan bara pada ruang bakar ketika ditemukan penurunan suhu. Hal ini dilakukan agar suhu pada ruang asap terjaga sehingga tidak mengalami penurunan ketika pengoperasian alat.

a. Penyeragaman Suhu Lemari Pengasap

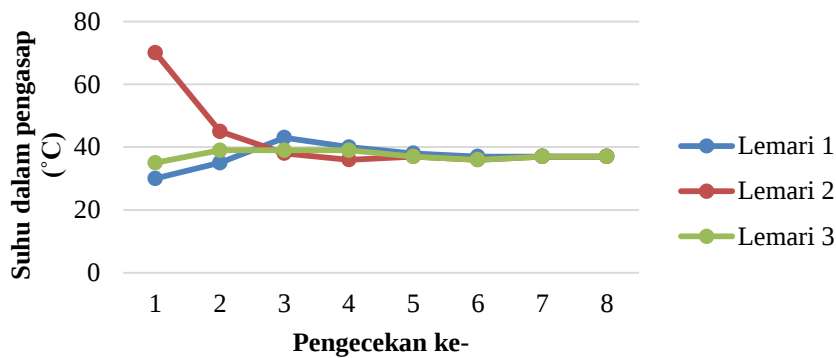
Penyeragaman suhu merupakan proses terakhir yang dilakukan dalam perancangan alat pengasap tipe paralel. Hal ini dilakukan sebagai perwujudan dari tipe alat sendiri. Alat ini menggunakan sistem paralel, sehingga diperlukan penyeragaman keluaran alat yang berupa suhu di dalam lemari pengasap. Setelah dilakukan penyeragaman suhu lemari pengasap, didapatkan hasil seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Kenaikan suhu pada penyeragaman suhu lemari pengasap

Lemari	Pengecekan Suhu (°C)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	30	35	43	40	38	37	37	37
2	70	45	38	36	37	36	37	37
3	35	39	36	39	37	36	37	37

Keterangan:  Pengaturan Kran

Penyeragaman suhu pada alat dilakukan setelah alat pengasap tipe paralel yang dirancang dalam keadaan *steady state*. Maka dari itu proses pengecekan dilakukan setelah alat menyala dalam waktu kurang lebih 15 menit lamanya dengan menjaga nyala bara api pada tungku bakar.



Gambar 3. Grafik penyesuaian suhu pada alat pengasap

Gambar 3 menunjukkan garis penyesuaian suhu pada alat. Dapat dilihat bahwasanya suhu dapat dikatakan mendekati seimbang pada pengecekan ketiga. Kemudian suhu berangsur-angsur memiliki keseimbangan pada pengecekan kelima. Lalu dapat dikatakan sangat seimbang pada pengecekan ke 7.

3.4. Pembahasan Umum

Pengoperasian alat dilakukan dengan merakit setiap potongan dari masing-masing alat hingga membentuk kesatuan alat utuh. Alat pengasap tipe paralel yang utuh ialah terdiri dari tungku, pipa *inlet*, dan lemari pengasap yang telah digabungkan. Penggunaan alat ini ialah dengan menyalakan bahan bakar dengan api pada tungku bakar, lalu asap akan diumpun oleh pipa *inlet* ke dalam lemari pengasap.

Dalam pengoperasian awal sebelum dilakukan pengaturan kran suhu pada alat cenderung mengalir dan tinggi pada lemari tengah (lemari 2). Hal ini diakibatkan oleh besarnya energi kinetik yang mendorong partikel asap dan suhu panas ke depan. Ditambah dengan pipa *inlet* pada lemari 2 merupakan pipa dengan jarak terpendek menuju lemari. Serta bentuk pipa yang lurus tanpa membelokkan jalur mengakibatkan energi dorong suhu tinggi. Menurut Mustiadi (2016) pemanasan mempengaruhi molekul yang memuai pada bahan bakar dan bergerak melalui momentum dan energi kinetik. Meningkatnya impuls dan momentum antar molekul menyebabkan energi tumbukan yang besar. Hal ini menyebabkan reaksi baru dengan terbentuknya energi aktivasi. Molekul yang saling bertumbukan memberikan energi aktivasi tinggi, sehingga laju reaksi pembakaran melalui penguapan droplet semakin cepat. Sehingga terhasikan laju pembakaran yang semakin cepat.

Berbeda halnya dengan pipa *inlet* yang menuju lemari 1 dan 3. Dimana pada masing-masing pipa yang menuju lemari 1 dan 3 udara panas akan melalui beberapa pipa *elbow* untuk membeloknya. Sehingga menyebabkan kehilangan suhu (*heat losses*) pada saat perjalanan ke lemari pengasap. Menurut Potter *et al* (1997) belokkan pipa menyebabkan penurunan tekanan (*pressure drop*) yang sangat besar daripada pipa yang lurus dengan panjang yang sama.

Kehilangan panas (*heat losses*) merupakan sebuah peristiwa kerugian pada aliran yang terjadi pada pipa yaitu *mayor losses* dan *minor losses*. *Mayor losses* ialah peristiwa hilangnya tekanan karena adanya gesekan aliran fluida dalam sistem terhadap luas penampang yang konstan atau tetap. Sedangkan *minor losses* ialah hilangnya tekanan yang dikarenakan gesekan pada katup, sambungan pipa *Tee*, sambungan belokan, dan juga luas penampang tidak konstan (Syahputra dan Panjaitan, 2017).

Belokan pipa dapat menyebabkan hilangnya energi pada aliran yang signifikan karena pemisahan aliran dan terjadinya turbulensi. Kerugian pada belokan meningkat seiring dengan peningkatan sudut belokan, yang merupakan sudut antara arah masuk aliran dan arah keluar aliran. *Losses* yang terjadi disebabkan oleh aliran sekunder yang menciptakan *vortex* atau pusaran ganda.

Ketika fluida bergerak pada belokan, gaya sentrifugal yang dihasilkan sebanding dengan kuadrat kecepatan fluida, menyebabkan rotasi fluida dan menghasilkan aliran sekunder. Kualitas pipa dan *fitting* tidak hanya ditentukan oleh aspek fisik seperti tampilan dan dimensi, tetapi juga oleh *head losses* yang dihasilkan saat fluida mengalir. Semakin besar *head losses*, semakin rendah kualitas pipa dan *fitting* tersebut. Meskipun aspek fisik dapat mudah dikenali oleh konsumen, penelitian laboratorium diperlukan untuk mengukur *head losses* (Suhariono, 2008).

Kekurangan pada pipa *inlet* menyebabkan kehilangan panas pada saat perjalanan asap menuju lemari pengasap khususnya pada bagian *elbow*. Dapat dilihat bahwasanya suhu cenderung lebih besar pada lemari ke 2 dibandingkan lemari 1 dan 3. Hal ini dikarenakan suhu yang menuju lemari 1 dan 3 mengalami banyak pembelokkan sebelum akhirnya masuk ke dalam lemari pengasap. Maka dari itu, untuk peneliti yang ingin mengembangkan alat ini selanjutnya disarankan agar mengganti percabangan pipa dengan percabangan pipa yang lebih efisien. Yaitu dengan pembuatan percabangan berbentuk seperti huruf V. dan juga menyamakan panjang pipa masing-masing lemari sehingga didapatkan panjang pipa *inlet* yang seragam pada setiap lemarnya. Ini ditujukan sebagai pengurangan *heat losses* perjalanan suhu dan asap yang terumpun ke dalam ruang pengasap akibat adanya pembelokkan dengan pipa *elbow*.

Perbedaan suhu yang terlihat pada masing-masing lemari menjadikan suhu tidak seragam pada lemari. Hal ini menjadikan tujuan penelitian yang mana menyeragamkan suhu tidak terpenuhi. Maka dari itu digunakanlah kran sebagai pembuka tutup jalur pengumpanan suhu agar terjadi keseragaman suhu pada lemari pengasap. Dalam artian, kran pada pipa *inlet* ini berfungsi sebagai pemampatan jalur dan pengaturan pada laju aliran suhu dan asap yang masuk kedalam ruang pengasapan. Pengaturan buka tutup jalur pada kran dapat diartikan juga sebagai pengaturan suhu pada lemari pengasap. Besar kecilnya suhu yang berada pada lemari tergantung kepada besar dan kecilnya derajat putar kran ketika dibuka ataupun ditutup. Pada penelitian ini, pengaturan kran dilakukan untuk membuat suhu dalam lemari pengasap seragam atau sama dalam tiap lemarnya (lemari 1, lemari 2, dan lemari 4).

Penyeragaman suhu lemari pengasap dimaksudkan sebagai perwujudan dari tipe paralel alat sendiri. Sistem paralel merupakan sistem yang berjalan bersama atau memiliki kesamaan pada keluarannya. Sistem ini berjalan sejajar dalam setiap jalurnya. Dalam hal ini, penyeragaman juga difungsikan sebagai pengaturan suhu pada alat ketika alat pengasap ingin digunakan lemarnya secara bersamaan dan tidak ada perbedaan suhu diantara setiap lemarnya.

Setelah dilakukan penyeragaman suhu dengan pengaturan, didapatkan hasil suhu pada lemari yaitu pada kisaran 37°-40° Celsius. Suhu tersebut dapat dinaikan dengan pengaturan suhu pada ruang bakar. Semakin besar suhu pada ruang bakar, semakin besar nilai suhu yang terumpun pada lemari pengasap. Namun, suhu pada ruang bakar tidak dapat sama dengan total suhu yang keluar pada lemari pengasap. Ini diakibatkan karena adanya *heat losses* perjalanan pada pipa *inlet* saat pengumpanan suhu.

Dengan didapatkan suhu pada kisaran 37°-40° Celsius, maka alat pengasap tipe paralel ini dapat digunakan sebagai alat pengasap suhu rendah. Dimana alat ini dapat mengeringkan makanan dan menjadikan makanan tersebut keras dalam teksturnya. Menurut Sulistijowati *dkk.* (2008) pada pengasapan suhu rendah suhu diatur tidak melebihi 20-40°C.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah di laksanakan diperoleh kesimpulan yaitu pengasap tipe paralel berhasil didesain dengan kapasitas 3 kg per ruag pengasap, suhu ruang pengasap mencapai 37°C sehingga baik untuk pengesapan dingin atau suhu rendah.

4.2. Saran

Setelah dilakukan penelitian rancang bangun alat pengasap tipe paralel didapatkan beberapa saran sebagai berikut.

1. Perlu dilakukannya analisis suhu pada alat untuk mencari kehilangan suhu pada alat yang tidak sampai ke ruang pengasapan.
2. Modifikasi percabangan berbentuk V.
3. Ketika pengoperasian alat sebaiknya lemari pengasap ditempatkan di dalam ruangan agar kondisi lingkungan tidak mengganggu proses pengasapan.
4. Penggantian lemari pengasap dengan bahan permanen yang *foodgrade* agar tahan lama dan tidak gampang rusak.
5. Percobaan pengasapan dengan berbagai komoditi.

Daftar Pustaka

- Mustiadi. 2016. *Karakteristik Laju Pembakaran Minyak Jarak Pagar Dengan Penambahan Partikel Karbon Bio*. Seminar Nasional dan Gelar Produk. 325-329.
- Nurmianto, dkk. 2018. Desain Alat Pengasapan Ikan Menggunakan Pendekatan Ergonomi, QFD dan Pengujian Organoleptik. *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*. 10(2), 68-82.
- Potter dkk. 1997. *Fluid Mechanics*; Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- Suhariono, E. 2008. *Analisa Head Losses dan Koefisien Gesek pada Pipa*. Kalimantan Scientiae.
- Sulistijowati dkk. 2011. *Mekanisme Pengasapan Ikan*. UNPAD Press. Bandung.
- Syahputra, S. A., Panjaitan, A. 2017. Pengaruh Debit Aliran Terhadap *Head Losses* pada Variasi Jenis Belokan Pipa. *EarthArXiv eprints*.