

Analisis Ergonomi Dan *Anthropometri* Alat Pengering Vakum Suhu Rendah Untuk Peningkatan Produksi Makanan Ringan Pada UKM Di Cilacap

Nuning Artati¹, Sakuri²

^{1,2} Teknik Industri STT Wiworotomo Purwokerto

Jl. Semangkir No. 1 Purwokerto

email : nuningartati@yahoo.co.id¹, sakuri@yahoo.com²

Abstrak

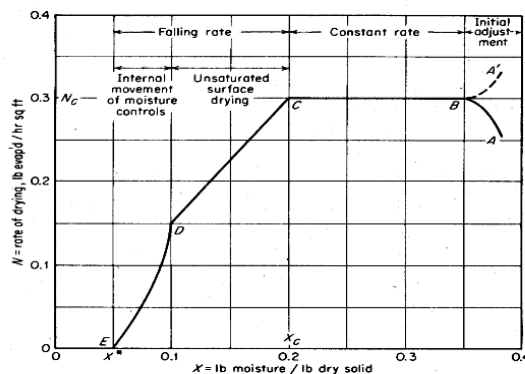
Metode pengeringan digunakan untuk meningkatkan makanan ringan dikembangkan dengan menggunakan sistem oven/ fluidisasi untuk bahan biji-bijian. Metode lainya adalah menggunakan mikrowave dengan suhu kontrol dan infra merah, metode vakum menggunakan suhu rendah (Freeze dryer). Tujuan dari perancangan ini adalah untuk mendapatkan alat pengering yang bisa mengeringkan bahan makanan, khususnya sale pisang dalam jumlah besar dengan bahan bakar yang hemat dengan kontrol suhu. Perancangan yang dilakukan menggunakan konsep QFD untuk menetapkan model yang paling optimum sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dan keinginan konsumen. Perancangan dengan langkah-langkah antara lain yaitu: kebutuhan, perancangan konsep produk, pemodelan sampai dengan gambar kerja. Alat Pengering Sale Pisang Dengan Metode Vakum Pada Suhu Rendah dengan pendekatan QFD, ergonomis dan anthropometri. Hasil perancangan dihasilkan bahan konstruksi plat setebal 1,2 mm. Ruang pengering berbentuk persegi dengan panjang 56 cm dan lebar 35 cm agar mudah dalam pembentukan bahan ruang pengering menggunakan plat tipis ketebalan 1,2 mm. Ruang pengering yang mampu bekerja pada tekanan 0,2 bar. Tekanan selama proses pengeringan -0,2 bar, dengan menggunakan rotary vacuum pump. Analisa dilakukan untuk tingkat kenyamanan, produktivitas dan ekonomi. Untuk tingkat kenyamanan terjadi peningkatan sebesar 30,54% dari produk A, dan 30,97% dari produk B terhadap produk hasil rancangan. Untuk produktivitas terjadi peningkatan 5,1 kali lipat atau 517% dari produk A, dan 4,7 kali lipat atau 470 % dari produk B terhadap produk hasil rancangan. Untuk analisa ekonomi menggunakan NPV diperoleh omzet nilai NPV Rp.52.952.227,2 untuk 1 tahun, dan Rp.65.461.472,00 untuk 4 tahun, nilai tersebut hampir 3 kali lipat dibanding omzet sebelumnya menggunakan alat lama, karena sifat investasi *mutually exclusive* menggunakan alat layak dilakukan.

Kata kunci : Desain, Optimasi, Pengeringan, Ergonomic, Anthropometri

1. Pendahuluan

Dengan kemajuan teknologi yang pesat dan kebutuhan manusia yang semakin meningkat, hal ini menyebabkan manusia untuk berusaha menciptakan suatu teknologi baru atau teknologi yang sudah ada dan dikembangkan lagi agar lebih baik dari sebelumnya seperti contoh alat atau mesin, dan lain-lain. Semuanya itu dibuat dalam rangka untuk mempermudah manusia dalam melakukan kegiatan sehari-hari. Pada pembuatan sale pisang pada umumnya sebelum digoreng sale pisang harus dikeringkan terlebih dahulu agar sale pisang renyah dan tahan lama, pengeringan dengan dijemur menggunakan bantuan sinar matahari langsung dan umumnya dilakukan lebih dari dua hari untuk mendapatkan sale yang baik mutunya. Saat cuaca baik mungkin cara itu bisa dilakukan, tapi ketika cuaca sedang mendung atau bahkan hujan kebanyakan produksi sale pisang tidak bisa beroperasi dengan baik Karen mereka tidak

bisa mengeringkan produk mereka karena permasalahan itulah muncul ide untuk membuat mesin yang bisa digunakan untuk mengeringkan sale pisang tanpa tergantung kepada sinar matahari. Mesin pengering sederhana ini memberikan solusi bagi para produsen sale pisang agar tidak tergantung pada sinar matahari dalam proses pengeringan sale pisang, sehingga proses pengeringan sale pisang masih bisa dilakukan disaat cuaca mendung atau bahkan hujan sekalipun. Desain alat dioptimasi dengan memperhatikan faktor ergonomis dan *anthropometri*, pertimbangan ini merupakan upaya untuk meminimalisasi proses yang tidak efektif dan membuat ketahanan pekerja UKM pada proses dapat meningkat. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan, produktivitas dan ekonomi dalam desain mesin proses makanan ringan di Cilacap.



Gambar 2.1 .Grafik Hubungan Kecepatan Pengeringan terhadap Kadar Air

Berdasarkan pada grafik di atas, maka waktu pengeringan untuk bahan dapat ditentukan. Waktu pengeringan ini diperlukan dalam membuat dimensi alat pengering, kecepatan udara yang harus dicatu, serta kapasitas bahan yang dapat dikeringkan. Dari aspek mikroskopis, ada 2 fenomena penting dalam proses pengeringan yaitu: perpindahan panas dari media pengering ke bahan yang dikeringkan, dan perpindahan massa air dari bahan yang dikeringkan ke media pengering. Dengan kata lain, operasi pengeringan merupakan operasi yang melibatkan perpindahan massa dan panas secara simultan. Pada proses ini terjadi dalam 3 tahapan, yaitu: pemanasan pendahuluan atau penyesuaian temperatur bahan yang dikeringkan, pengeringan dengan kecepatan konstan (*Constant Rate Periode*), dan pengeringan dengan kecepatan menurun. Efisiensi selama proses pengeringan dengan menghitung total energi untuk menguapkan air yang dibagi dengan total energi proses (lihat persamaan 2.1).

$$\eta = \frac{Q_{\text{evap}}}{Q_{\text{intr, total}}} 100\% \dots \dots \dots \text{(Pers 2.1)}$$

Hasil yang positif diperoleh pada pengeringan bahan alami yang tidak tahan pada suhu yang tinggi, yaitu dengan pengeringan model vakum (*vacuum drying*). Sementara pengering-pengering lain masih belum dapat diandalkan untuk pengeringan bahan yang tidak tahan pada suhu yang tinggi. Pengurangan kadar air udara (*dehumidifikasi*) menjadi opsi untuk meningkatkan energi pada proses pengeringan terutama untuk proses pengeringan pada suhu rendah (<80°C).

2. Metode Perancangan Vacuum Drying

2.1. Metodologi Perancangan

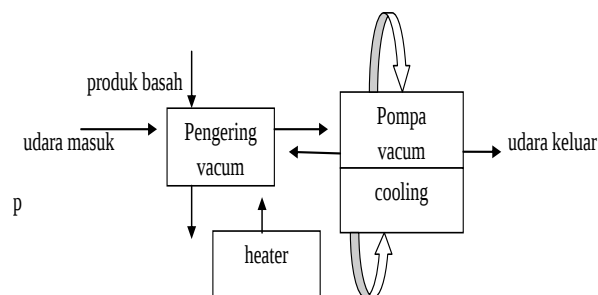
Dalam perancangan suatu alat atau mesin memerlukan beberapa tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam rangka untuk menyukkseskan perancangan alat tersebut. Tahapan-tahapan tersebut antara lain; pertama membuat beberapa konsep produk. Membuat beberapa konsep

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

produk ini berarti siperancang membuat konsep produk lebih dari satu dengan komponen-komponen yang berbeda namun dengan tujuan yang sama. Kedua membuat matriks morfologi konsep produk. Matriks morfologi adalah suatu matriks yang menjelaskan cara bekerja dari masing-masing konsep produk yang telah dibuat. Ketiga menyusun kriteria untuk membandingkan konsep satu dengan yang lainnya, menyusun apa saja yang diinginkan oleh konsumen mengenai kinerja rancangan yang akan dibuat. Keempat membuat matriks pengambilan keputusan. Matriks pengambilan keputusan adalah matriks yang pada akhirnya mampu menentukan satu pilihan yang terbaik dari beberapa konsep produk yang sudah dibuat berdasarkan apa saja yang diinginkan oleh konsumen.

2.1. Sistim Pengeringan dengan Kondisi Vakum (*Vacuum Drying*)

Penggunaan kondisi udara vakum (dibawah tekanan 1 atm) bertujuan untuk menurunkan titik didih dari uap air, sehingga proses pengeringan dapat dilakukan pada suhu rendah. Proses pengeringan dengan kondisi vakum ini sangat cocok untuk pengeringan bahan yang tidak tahan pada temperatur yang tinggi. Pada proses pengeringan vakum, temperature operasi cukup rendah yaitu berkisar 40-70⁰ C. Proses pengeringan pada kondisi vakum dan suhu rendah memiliki beberapa keuntungan, yaitu tidak merusak tekstur dan kenampakan bahan, meminimalkan terbuangnya aroma dan bahan aktif yang volatile (mudah menguap), menekan rusaknya nutrisi (*denaturasi protein*), mengurangi terjadinya *browning* (pencoklatan bahan) akibat adanya oksidasi dengan udara dan efisiensi energy karena penggunaan pengeringan pada suhu yang rendah. Penurunan tekanan udara pada alat pengering vakum menggunakan pompa vakum yang dihubungkan dengan pendingin. Udara panas yang keluar dari system yang mengandung uap air dikeluarkan dari oven, dan didinginkan di dalam pendingin (*cooling*) supaya tidak merusak pompa vakum. Aliran kerja mesin pengering dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 .Aliran kerja Mesin pengering

Udara ini disedot oleh pompa vakum agar tekanan udara di dalam alat pengering di bawah satu atm 0,6 - 0.9 atm (dan kemudian digunakan untuk proses pengeringan). Sementara itu udara yang keluar dari pompa vakum dimasukkan ke dalam pendingin (*cooling*), yang berfungsi merubah uap air menjadi air.

2.2. Desain berdasarkan Konsep *Quality Function Development (QFD)*

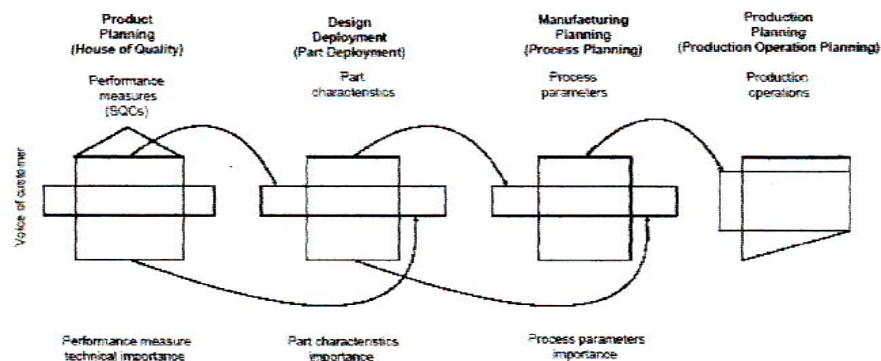
Metode QFD merupakan metodologi yang paling terstruktur dalam proses perencanaan dan pengembangan produk, tujuannya adalah untuk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, serta mengevaluasi secara sistematis kapabilitas suatu produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen (Cohen, 1995). Tahapan metode QFD adalah sebagai berikut;

a. Tahapan Implementasi QFD

Analisis Ergonomi Dan *Anthropometri* Alat Pengering Vakum Suhu Rendah Untuk Peningkatan Produksi Makanan Ringan Pada UKM Di Cilacap

Nuning Artati¹, Sakuri²

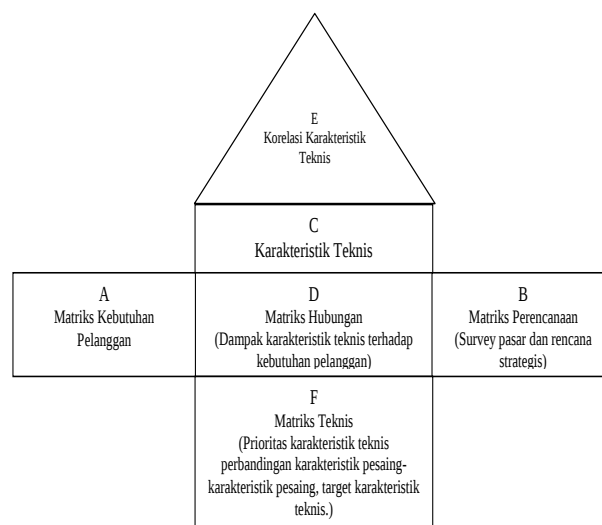
Metode QFD menurut Cohen (1995) tahap perencanaan dan pengembangan dalam *empat fase model QFD*. Tahapan dalam metode QFD dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2. Empat Fase Model QFD

b. *Matrik Perencanaan Produk (House of Quality)*

Tahap perencanaan dan pengembangan dengan *fase model QFD* disebut matriks, adapun matriks akan menjelaskan tentang Rumah Kualitas (HoQ). Iterasi 1 mengkombinasikan *voice of customer* atau kebutuhan pelanggan dengan karakteristik teknis yang dibuat tim pengembang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Pengolahan QFD menggunakan bagan *house of quality* seperti gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.3. *House of Quality*

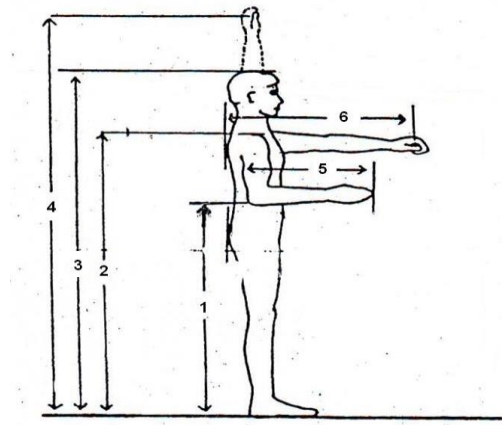
2.3. *Pertimbangan Ergonomi*

Ergonomi adalah ilmu yang meneliti tentang perkaitan antara manusia dan lingkungannya. Sasaran ergonomi yaitu agar tenaga kerja dapat mencapai prestasi kerja yang tinggi dalam suasana yang tentram, aman dan nyaman. Ergonomi yaitu peningkatan efektifitas dan efisiensi dari pekerjaan, termasuk perbaikan keamanan, mengurangi kelelahan dan stress, meningkatkan kenyamanan pada lingkungan kerja (Sastrowinoto, 1985).

2.4. *Pertimbangan Anthropometri pada alat*

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

Anthropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Gambaran anthropometri dapat dilihat pada gambar 2.5

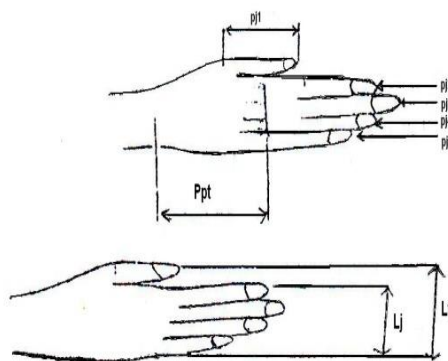


Gambar 2.5 . Posisi Berdiri dengan Tangan Lurus ke Depan

Keterangan:

1. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
2. Tinggi bahu dalam posisi tegak
3. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala)
4. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi tegak (diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus ke atas vertical)
5. Panjang siku diukur dengan memposisikan siku dengan ujung jari-jari dalam posisi siku dengan posisi tegak lurus
6. Jarak jangkauan tangan di ukur dari bahu ke ujung jari tangan dengan arah ke depan

Pertimbangan fungsi alat diukur dengan pertimbangan pengukuran jari tangan sesuai gambar 2.6



Gambar 2.6 Pengukuran Jari Tangan.

2.5. Tuntutan Perancangan

Dalam perencanaan desain alat disesuaikan dengan tuntutan kebutuhan operasional pekerja sebagai berikut;

Analisis Ergonomi Dan *Anthropometri* Alat Pengereng Vakum Suhu Rendah Untuk Peningkatan Produksi Makanan Ringan Pada UKM Di Cilacap

Nuning Artati¹, Sakuri²

1. Tuntutan Spesifikasi, yaitu Daya yang dihasilkan menggunakan listrik, menggunakan meter temperature untuk menjaga panas pengeringan, dan alat menggunakan vakum meter untuk memastikan keadaan tekanan.
2. Tuntutan Konstruksi, konstruksi harus kuat, kokoh, dan mudah dipindahkan, konstruksi dapat dibongkar pasang pada saat perawatan, dan mampu menahan getaran akibat putaran motor listrik dan getaran dari kompresor.
3. Tuntutan Fungsi, alat pengering dapat bekerja dengan optimal pada saat pengoperasian atau pengerjaan proses pengeringan, pemanasan harus stabil dan konstan agar pengeringan berjalan baik. Ada tiga tuntutan fungsi sebagai berikut;
 - a. Tuntutan Pengoperasian, yaitu Pengoperasian tidak rumit, untuk pengoperasian alat pengering cukup menyalakan pemanas sebagai proses pengeringan sale pisang, tuntutan keamanan, komponen-komponen alat yang berpotensi terhadap kecelakaan kerja operator dibutuhkan pelindung atau pengamanan dalam bentuk komponen yang sesuai.
 - b. Konstruksi alat pengering sale pisang ini didesain sesuai dengan posisi kerja yang aman dan nyaman, sehingga keselamatannya bisa terjamin. Komponen-komponen yang membahayakan pengguna seperti kompor, motor listrik dan kabel-kabel harus tertutup.
 - c. Selama proses pengerjaan tidak menghasilkan sisa atau bahan kimia yang bisa menghasilkan berbahaya. Sisa dari proses pengeringan hanya menghasilkan air yang keluar dari hasil pengembunan bahan makanan
4. Tuntutan Ergonomis, alat tidak membutuhkan ruangan yang luas karena ukurannya tidak terlalu besar dan dapat dipindah-pindah tempat sesuai dengan keadaan dan kebutuhan.
5. Tuntutan lingkungan, alat tidak menimbulkan polusi yang dapat membahayakan udara disekitar dan pengguna lain. Alat harus ramah lingkungan karena mengacu pada *green machining*.

2.3. Membuat Matrik Pengambilan Keputusan

Kriteria – kriteria optimum disusun berdasarkan keinginan dari pengguna yakni keinginan–keinginan ini masih dibedakan menjadi dua yaitu keinginan yang harus dipenuhi dan keinginan yang semestinya ada yang disusun berdasarkan prioritasnya untuk konsep produk yang dikembangkan atau dirancang. Pada tahap evaluasi ini konsep produk dibandingkan satu sama lain, satu persatu secara berpasangan dalam hal memenuhi persyaratan keinginan pengguna dan kemudian member skor pada setiap tahapnya, konsep produk dengan skor tertinggi adalah yang terbaik, matrik pengambilan keputusan digambarkan pada tabel 3.1 sebagai berikut;

Tabel 3.1 Langkah Matrik Pengambilan Keputusan

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

No	Kriteria Seleksi	Konsep						
		Bobot	1	2	(ref)	3	4	5
1	Kuat dan tahan lama	10	6	6	R E F E R E N S I	9	9	8
2	Komponen tidak banyak	7	6	5		7	4	3
3	Besar produk	7	7	6		7	5	3
4	Biaya pembuatan	10	10	7		9	6	3
5	Ringan	8	7	5		6	4	3
6	Pengoperasian mudah	10	7	7		7	7	10
7	Pemeliharaan mudah	7	6	7		7	6	5
8	Transfer energi	7	5	5		7	7	7
9	Kemungkinan di massalkan	7	7	5		7	4	3
10	Keamanan pengoperasian	7	5	5		7	7	7
11	Kehandalan	10	8	8		10	10	8
Total keseluruhan Nilai bobot			74	66		83	69	57

Kriteria pertama (1) Alat pengering pisang diharapkan kuat, tahan lama dan penggunaan yang mudah; (2) Dimensi Produk :Alat diharapkan memiliki ukuran yang tidak begitu besar dan simple. (3) Kemampuan Pengeringan :Produk harus mampumengeringkan sebanyak mungkin tapi dalam waktu secepatan mungkin sehingga efektif. (4) Biaya Material Murah :Diharapkan material untuk membuat produk ini semurah mungkin. (5) Biaya Pembuatan Murah : Diharapkan biaya untuk membuat alat pengering ini tidak mahal dan cepat. Yang keenam (6) Pengoprasian Mudah : Produk pengering sale pisang ini harus mudah dioprasikan dalam penggunaannya.(7) Mudah Pemeliharaannya :Produk harus mudah dirawat sehingga bila ada kerusakan mudah untuk di deteksi dan diperbaiki. (8) Dapat Digunakan dimanapun, produk harus bisa dioprasikan di manapun dan dalam kondisi apapun sehingga tidak tergantung keadaan. (9) Transfer Energi bisa dilakukan dengan baik sehingga pengeringan dapan dilakukun semaksimal mungkin. (10) alat pengering yang telah dirancang ini diharapkan dapat dibuat banyak untuk dipasarkan. (11) Alat pengering sale pisang ini harus aman untuk dioprasikan (Handal) Alat ini harus handal digunakan sehingga akan dapat selalu digunakan saat dibutuhkan. Metode pengambilan keputusan yang juga dikenal dengan metode pugh, terbukti dapat digunakan dengan mudah dan efektif.Konsep produk dibandingkan dengan keinginan pengguna.

3. Hasil Desain Dan Analisis

Pada pembuatan sale pisang pada umumnya sebelum digoreng sale pisang harus dikeringkan terlebih dahulu agar sale pisang renyah dah tahan lama, pengeringan yang banyak dilakukan para produsen sale dengan bantuan sinar matahari langsung dan umumnya dilakukan lebih dari dua hari untuk mendapatkan sale yang baik mutunya. Saat cuaca baik mungkin cara itu bisa dilakukan, tapi ketika cuaca sedang mendung atau bahkan hujan kebanyakan produksi sale pisang tidak bisa beroperasi dengan baik Karena mereka tidak bisa mengeringkan produk mereka karena permasalahan itulah muncul ide untuk membuat mesin yang bisa digunakan untuk mengeringkan sale pisang tanpa tergantung kepada sinar matahari. Mesin pengering sederhana ini memberikan solusi bagi para produsen sale pisang agar tidak tergantung pada sinar matahari dalam proses pengeringan sale pisang, sehingga proses pengeringan sale pisang masih bisa dilakukan disaat cuaca mendung atau bahkan hujan sekalipun. Berdasarkan kepentingan pekerja dalam memperoleh mesin yang ergonomis dilihat pada tabel 3.1. dan 3.2.

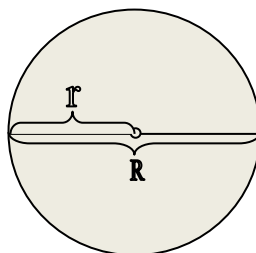
Tabel 3.1. Hasil Tingkat Kepentingan Pekerja

Kebutuhan pengguna	Employer Importance (EI)
Kemudahan penggunaan	4,57
Kemudahan membersihkan	4,30
Kemudahan mematikan/menghentikan	4,60
Kemudahan dalam menyusun dan proses control kekeringan sale	4,37
Kestabilan dalam produksi sale kering	3,93
Kekokohan kontruksi alat	3,07
Bahan yang digunakan aman untuk makanan	4, 17
Kesesuaian kerangka dengan bentuk alat pengering pisang	3,90
Kesesuaian bentuk dan tingkat kekeringan dengan keinginan pekerja	4,03
Kesesuaian ukuran alat dengan rata-rata fisik pekerja	5,00

Tabel. 3.2. Analisis Data Antropometri

No	Nama	Usia	jenis kel	Brt bdn	Tgg bdn	Jgkauan tgn
1	Iin	26	p	50	160	77
2	Titin	25	p	52	162	76
3	Harti	30	p	52	160	76
4	Arti	32	p	50	159	78
5	Kistam	32	L	60	160	80
6	Cahyo	26	L	55	162	82
7	Tasrip	35	L	62	167	82
8	Ridam	30	L	61	167	82
9	Yayo	27	L	55	164	76
10	Kirman	32	L	52	164	76
11	Yoyo	27	L	54	165	77
12	ikun	25	L	57	164	78
13	Awan	24	L	50	164	78
14	Endang	27	P	52	157	76
15	Yati	27	P	50	158	76
16	Hari	35	L	49	163	78
17	Farik	27	L	50	162	79
18	Masdi	34	L	50	162	78
19	Sisum	27	P	54	157	76
20	Semi	28	P	52	158	74
21	Rifin	29	L	54	165	76
22	Muji	24	P	53	158	74
23	Kukuh	27	L	57	165	78
24	Budi P	34	L	60	165	76
25	Dikem	26	P	52	157	73
26	Katam	24	L	54	162	76
27	Didi	26	L	51	163	76
28	Yudi	31	L	53	165	76
29	Kristina	32	P	50	156	74
30	Dian	28	L	50	162	79
Average		28.57		53.37	161.77	77.10
Stad Deviasi		3.38		3.62	3.17	2.29
BKA		38.71		64.24	171.28	83.98
BKB		18.43		42.49	152.26	70.22
Keterangan						
Presentil 5		23.02		47.42	156.57	73.34
Presentil 50		28.57		53.37	161.77	77.10
Presentil 99		36.41		61.78	169.12	82.42

Rangka sebagai alat penopang komponen-komponen yang ada pada alat tersebut. Konstruksi dari rangka alat harus kokoh, karena dimaksudkan untuk dapat meredam getaran yang ditimbulkan oleh kompresor dan komponen yang lain. Bahan rangka alat pengering sale pisang ini dipilih menggunakan besi profil kotak 3cm x 2cm dengan ketebalan 1mm, kemudian ukuran rangka alat mempunyai panjang 60cm, lebar 50cm, tinggi 60cm. Dengan spesifikasi rangka alat tersebut diharapkan tahan terhadap getaran dan dapat menopang beban dari komponen-komponennya. luas penampang dari bentuk lingkaran maka dapat dicari dengan pertimbangan gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 3.2. Penampang pipa pemanas

$$\begin{aligned}\text{Luas lingkaran} &= 3,14 \times R \times L \dots\dots\dots (1) \\ &= 3,14 \times 0,14 \times 44,58 \\ &= 3,14 \times 1,797 = 19,6 \text{ m}^2\end{aligned}$$

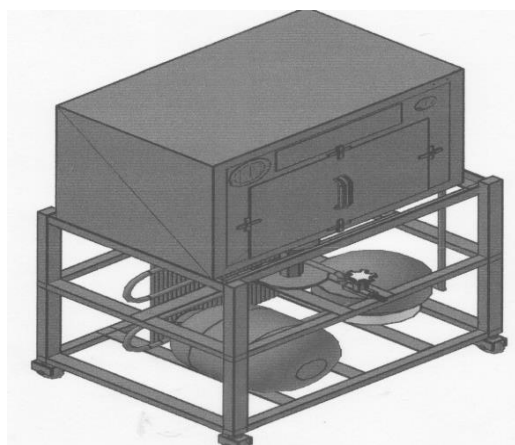
Kompresor dirancang dan diproduksi untuk dapat dipakai dalam jangka waktu yang lama, karena kompresor merupakan peralatan yang dipakai untuk penggunaan tekanan tinggi. Perhitungan kompresor atau motor listrik yang digunakan adalah sebagai berikut Daya motor listrik yang digunakan untuk menghisap udara dalamruang yaitu dengan mencari torsi motor listrik dari daya 0,25 HP pada putaran 1400 rpm. Menurut sularso (2004) untuk menghitung daya motor listrik dapat dihitung dengan rumus, yaitu :

$$\begin{aligned}P_{\text{motor}} &= 2.\pi.n.T_{\text{motor}} \dots\dots\dots (2) \\ 0,25 \text{ HP} &= 2 \times 3,14 \times \frac{1400 \text{ putaran}}{60 \text{ detik}} \times T_{\text{motor}} \\ \text{Maka } T_{\text{motor}} &= \frac{186 \text{ watt}}{146,53 \text{ put/detik}} = 1,27 \text{ Kg/m} \\ &= 1270 \text{ Kg/mm}\end{aligned}$$

Motor listrik 0,25 HP mampu untuk menghisap udara yang ada didalam ruang pengering. Kemudian, daya motor minimal yang dibutuhkan untuk memutar pada putaran 420 rpm. Menurut Sularso (2004) untuk menghitung torsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus, yaitu:

$$\begin{aligned}P_{\text{min}} &= 2.\pi.n.T_{\text{motor}} \dots\dots\dots (3) \\ &= 2 \times 3,14 \times \frac{420 \text{ putaran}}{60 \text{ detik}} \times 1,27 \text{ Kg/m} \\ &= 2 \times 3,14 \times 7 \text{ putaran/detik} \times 1,27 \text{ Kg/m} \\ &= 55,8292 \text{ watt} \\ &= 0,075 \text{ Hp}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka motor tersebut dapat berputar minimal memiliki daya 0,075 Hp. Panas yang di hasilkan dari sumber panas (*burner*) akan diteruskan ke box pengering yang didalamnya terdapat ruang untuk pipa pemanas. box ini juga sekaligus digunakan sebagai tempat untuk menaruh bahan makanan yang akan dikeringkan. Untuk bentuk atau ukuran kotak pengering itu sendiri terbuat dari plat dengan tebal 1,2 mm, panjang kotak pengering 56 cm lebar 35 cm tinggi 46 cm. Bentuk rancangan pengering pada gambar 4.2

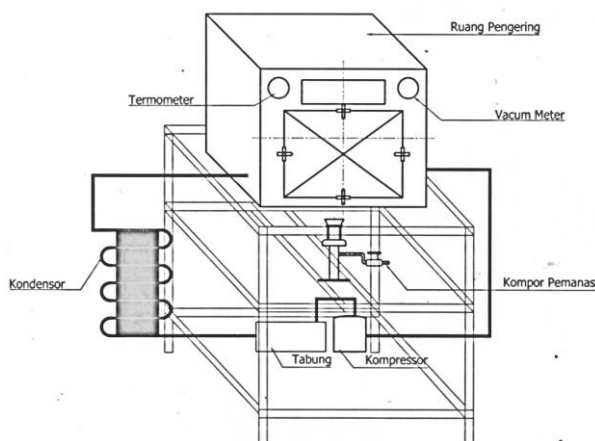


Gambar 3.3. Desain 3D Alat Pengering

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

Rangkaian Alat Pengering Setelah ditentukan desain yang akan dibuat dan analisa perhitungan dari setiap komponen alat pengering tahapan berikutnya adalah merangkai semua komponen menjadi sebuah alat pengering sale pisang berikut gambar rangkaian alat pengering sale pisang pada gambar 4.3.



Gambar 3.4. Sket Konsep Produk

Hasil rancangan menghasilkan peningkatan kenyamanan 30,54% dari Produk A dan 30,97% dari produk B, sedang untuk produktivitas 4,7 kali lipat atau 470% dari produk A dan 5,1 kali lipat atau 517% dari produk B. Sedangkan nilai kelayakan ekonomi yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan *Net Present Value* (NPV). diperoleh nilai NPV = Rp 52.952.227,2 untuk 1 tahun dan nilai NPV = Rp.65.461.472,00 untuk 4 tahun. Nilai tersebut hampir 3 kali lipat dibanding sebelum menggunakan alat lama. Karena sifat investasi *mutually exclusive* maka disimpulkan menggunakan alat perajang baru atau hasil rancangan layak dilakukan.

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari perancangan ideal dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Alat pengering ini dapat bekerja dengan ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polusi dan proses penggunaannya juga sudah otomatis karena dilengkapi dengan *pressure control*
- Alat pengering sale pisang, mampu digunakan setiap saat, karena tidak tergantung panas matahari.
- Pemilihan perancangan ulang alat didesain sesuai kebutuhan responden (*Respondent / Employer Needs*) dan keinginan pekerja (*voice of employer*)
- Hasil rancangan menghasilkan peningkatan kenyamanan 30,54% dari Produk A dan 30,97% dari produk B, sedang untuk produktivitas 4,7 kali lipat atau 470% dari produk A dan 5,1 kali lipat atau 517% dari produk B.
- Nilai kelayakan ekonomi yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan *Net Present Value* (NPV). diperoleh nilai NPV = Rp 52.952.227,2 untuk 1 tahun dan nilai NPV = Rp.65.461.472,00 untuk 4 tahun.

4.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk langkah pengembangan dan penyempurnaan alat ini adalah sebagai berikut:

- a. Dapat mendesain sebuah alat pengering yang lebih baik agar tidak terjadi *trouble* pada saat dilakukan pengeringan.
- b. Membuat rangka bangun yang lebih efektif dan lebih efisien kembali.
- c. Input data tentang perancangan sebanyak mungkin terutama tentang langkah-langkah perancangan agar dalam proses perancangan akan mendapatkan alur yang jelas, hasil yang maksimal dan tepat waktu.

5 Daftar Pustaka

- [1] Artono Koestoer, Raldi. "Perpindahan Kalor". Salemba Teknika. Jakarta 2002.
- [2] A, Bicknell KNSD Bicenell. *The Road Map to Repeatable Success Using QFD to implement Change*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor London Tokyo.
- [3] F. Stoker Wilbert, W. Jones Jerold, Hara Supratman. "Refrigerasi dan Pengkondisian Udara", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [4] Frank Kreith, Arko Prijono, 1994, *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*, Erlangga, Jakarta.
- [5] Grandjean, E., 1991. Fatigue. Parmeggiani, L. ed. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, Third (resived) edt*. ILO. Geneva : 837-839.
- [6] H. Harsokoesoemo Darmawan. "Pengantar Perancangan Teknik", Penerbit ITB, Bandung. 2004.
- [7] Holman, JP. Alih bahasa E.Jasifi. "Perpindahan Kalor". Erlangga. Jakarta. 1995.
- [8] Hari Purnomo, *Prosiding, Perubahan sikap Kerja Meningkatkan Kenyamanan dan Gangguan Muskulosketel*, hal 568. Yogyakarta.
- [9] Imam Djati Widodo, 2003. *Product, Planning and Design*, Yogyakarta UII-press
- [10] Kern, D. Q. (1983). *Process Heat Transfer 2nd*. Tokyo . McGrow Hill Book Company Inc.
- [11] Kristyanto, B., 2004. Ergonomi konkrue dan penerapannya dalam sistem manufaktur. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri*. Yogyakarta.
- [12] Mazur, G., *QFD for Service Industries : From Voice Customers to Task Deployment, procceding of Fifth Symposium On Quality Function Deployment*, Novi, Michigan, 1994.
- [13] Nurmianto, Eko., 1996, *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya*. Guna Widya. Jakarta.
- [14] Phoon, W.O. 1988. *Practical Occupational Health*. PG. Publising, Singapore.
- [15] R. Pitts Donald, E. Sisson Leighton. "Teori dan Soal-soal Perpindahan Panas". Erlangga, Jakarta, 1987.
- [16] Sularso. "dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin". Pradnya paramita. Jakarta, 1994.
- [17] Sritomo Wignjosoebroto, *Prosiding Lokakarya Pengembangan Kemampuan Rancang Bangun Produk*, 1997)
- [18] Sastrowinoto, Suyatno., 1985. *Meningkatkan produktifitas dengan ergonomi*. PT.Pustaka Binaman Pressindo. Jakarta.
- [19] Suma'mur, P.K., 1982. *Ergonomi untuk produktivitas kerja*. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.
- [20] Tarwaka et.al., 2004. *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. UNIBA PERS. Surakarta.
- [21] Yahya. M., 1996, Penerapan Ergonomi Dalam Sistem Manusia-Alat Terhadap Kenyamanan Kerja Dan Produktivitas Pembatik Tulis Di Kotamadya Yogyakarta, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [22] White, Frank M.. (1988). *Heat and Mass Transfer*. United States of America. Addison-Wesley.