

PERANCANGAN ALAT PEMINDAH MASAKAN YANG AMAN : KAJIAN MATERIAL

Yeny Pusvyta, Reny Afriany

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA, Palembang

Telp. 0711-361712, 081367002176

Corresponding author: yeny.isgawa@gmail.com

ABSTRACT

In designing a prototype of a transporter cuisine, study material at the prototype is very necessary because the material contact with the hot oil is a medium for frying food. This study was conducted to find out whether the material used was food grade, by examining the properties of materials that make up the components of the tool. Selection of material with the chart Melting point in ceramic, metal and polymer and Bubble charts strength vs. maximum service temperature gives an overview of where the material that may be used which is in food grade criteria and should not be used so that users of such tools is not compromised health.

Keywords: prototype of a transporter cuisine, material, food grade

ABSTRAK

Pada perancangan prototipe alat pemindah masakan, kajian material pada prototipe tersebut sangat perlu dilakukan karena kontak material dengan minyak panas yang merupakan media untuk menggoreng makanan. Penelitian ini dilakukan untuk mencari tahu apakah material yang dipakai itu *food grade*, dengan mengkaji *property* material yang menyusun komponen alat. Seleksi material dengan grafik *Melting point* pada keramik, *metal* dan *polymer* serta *Bubble chart strength vs maximum service temperature* memberikan gambaran material mana saja yang boleh dipakai yang memenuhi kriteria *food grade* dan tidak boleh dipakai agar pemakai alat tersebut tidak terganggu kesehatannya

Kata kunci : prototipe pemindah masakan, material, *food grade*

1. PENDAHULUAN

Wisata kuliner kian marak menyebabkan industri kuliner makin berkembang. Gaya hidup yang serba sibuk dan keinginan untuk lebih praktis, menyebabkan sebagian orang kini lebih suka untuk makan di restoran dan memesan makanan dari katering daripada memasak sendiri.

Berdasarkan data yang ada pada Gapmmi (Gabungan Pengusaha Makanan dan Minuman Seluruh Indonesia), antara 2004-2009 pertumbuhan industri makanan dan minuman terus naik. Tahun 2008 naik 25 persen lebih dari Rp 402 triliun menjadi Rp 505 triliun. Sedangkan tahun 2009 karena krisis global pertumbuhannya hanya 7 persen. Ketua Umum Gapmmi Adhi S. Lukman pada tahun 2013 mengatakan, pihaknya memproyeksikan pertumbuhan industri makanan dan minuman nasional di tahun ini 2014 mencapai 7 persen atau naik 2 persen bila dibandingkan dengan capaian tahun lalu (2012) sebesar 5 persen. Menurut Franky, sekjen Gapmmi pada bulan desember 2013 ; berdasarkan data bank Indonesia, akan ada perputaran uang sebesar Rp 44 triliun pada perputaran pemilu 2014. Dari jumlah tersebut juga digunakan untuk sektor konsumsi.

Kegiatan memasak untuk skala cukup besar membutuhkan tenaga yang cukup besar pula, terutama untuk mengangkat barang dan hasil masakan yang sangat berat. Tenaga manusia yang dibutuhkan lebih banyak yang jika salah posisi bisa menimbulkan cedera otot ataupun tulang, waktu pengerjaan lebih lama, sehingga ongkos produksi lebih besar. Hasil masakan yang berat

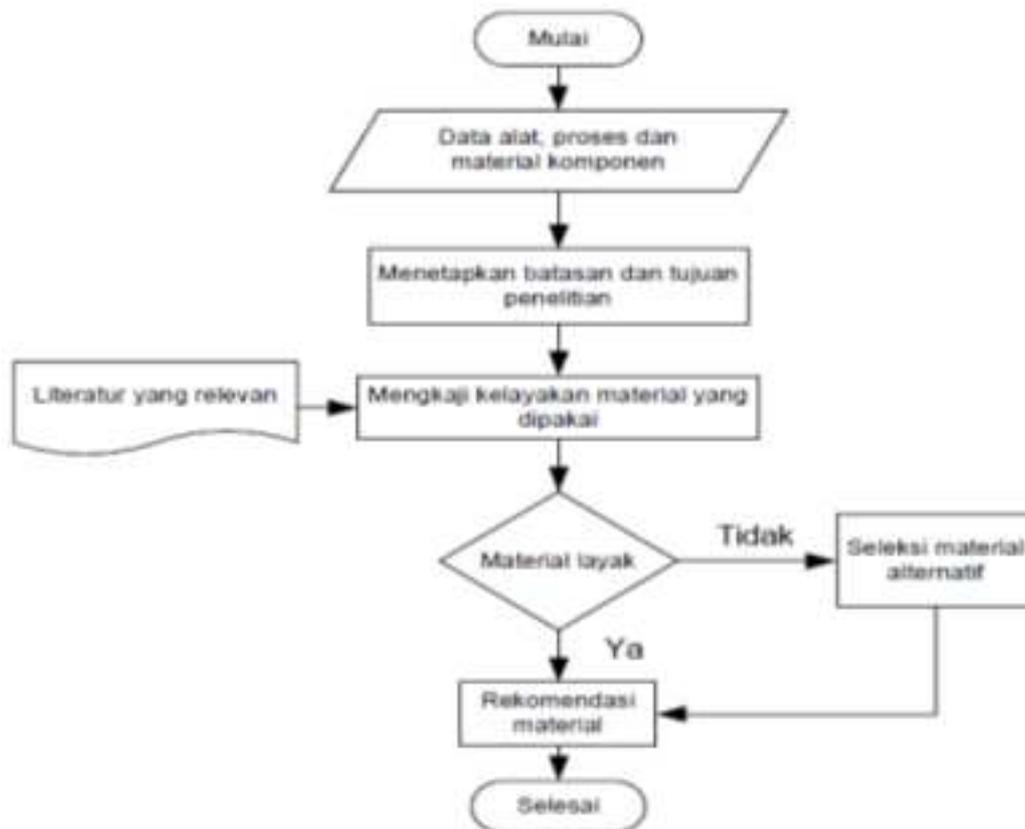
dan panas ditransportasikan oleh para pekerja secara manual dengan kelengkapan keamanan seadanya yang cukup riskan dari segi keamanan.

Penelitian mengenai alat pemindah masakan telah dilakukan oleh Pusvyta (2012) untuk fluida minyak panas berkapasitas 10 liter. Alat tersebut membutuhkan penyempurnaan yang lebih lanjut terutama untuk uji kelayakan pemakaian pada usaha dan dampak penggunaan alat tersebut terhadap kesehatan. Kajian material terhadap alat ini sangat diperlukan sebelum alat dipakai untuk keperluan yang berhubungan dengan kuliner.

2. METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini adalah metode penelitian terapan dengan kajian pustaka. Penelitian untuk mencari material yang mempunyai kemampuan untuk melaksanakan fungsi serta memenuhi standar kesehatan pada aplikasi alat. Langkah-langkah yang dilakukan terdapat pada Gambar 1. Analisa terhadap material penyusun komponen alat dilakukan secara teoritis merujuk pada model yang telah dibuat.

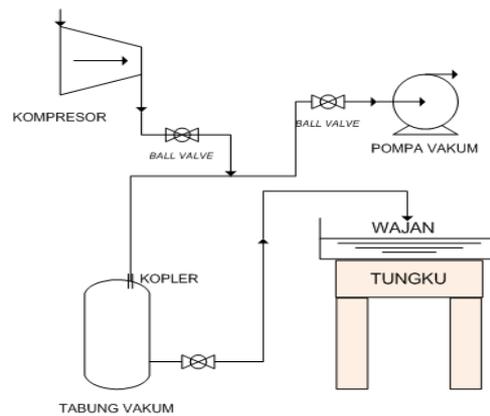
Variabel tetap penelitian ini adalah alat pemindah masakan dimana prototipe, skema dan mekanisme alat ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4. Prinsip kerja alat yaitu untuk memindahkan minyak dari tempat masak ke tabung vakum dengan prinsip perbedaan tekanan. Pompa vakum menghisap udara dari dalam tabung sehingga minyak goreng mengalir dari kuali terhisap ke dalam tabung. Minyak dari dalam tabung dapat mengalir ke dalam kuali akibat kerja kompresor yang memberikan tekanan pada tabung vakum, sehingga tekanan di dalam tabung lebih besar.



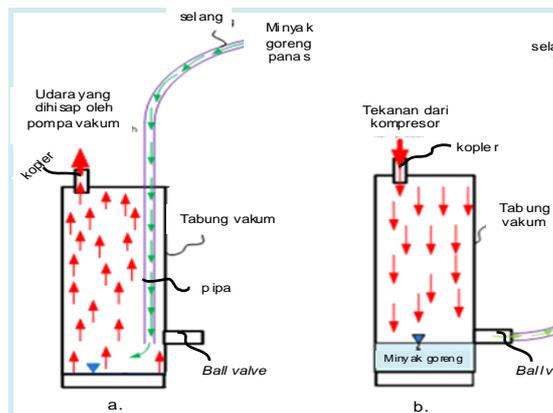
Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Prototipe alat



Gambar 3. Skema alat



Gambar 4. Mekanisme alat: (a). Proses menghisap minyak panas
(b). Proses mengalirkan minyak

Media yang dipindahkan adalah minyak goreng panas. Temperatur yang digunakan adalah temperatur tertinggi hasil pengukuran temperatur didih beberapa jenis minyak goreng.

Data temperatur didih minyak goreng dari hasil pengukuran lima macam merek minyak goreng kemasan terdapat pada tabel 1. Sedangkan komponen yang dialiri minyak goreng terdapat pada tabel 2.

Tabel 1. Temperatur didih minyak goreng

Merek Minyak Goreng	Temperatur Didih (°C)
A	311
B	295
C	306
D	294
E	300

Tabel 2. Komponen pada alat pemindah masakan

No.	Nama Komponen	Jenis Material	Keterangan Dialiri Minyak (+)
1.	Pompa Vakum		
2.	Kompresor		
3.	Pressure Gauge		
4.	Tabung Vakum	<i>Stainless Steel</i>	+
5.	Selang Radiator	<i>Rubber</i>	+
6.	Pipa Selang	<i>Aluminium</i>	+
7.	Kopler	<i>Stainless Steel</i>	+
8.	Ball Valve	<i>Brass</i>	+
9.	Sambungan Tee	<i>Brass</i>	+

3. MATERIAL PENYUSUN KOMPONEN ALAT

3.1. Food grade

Food grade Material adalah satu istilah untuk menjelaskan suatu bahan/golongan material yang ketika bersentuhan dengan makanan atau dekat disekitar makanan, tidak akan mencemari/mengkontaminasi makanan tersebut dengan zat-zat berbahaya/beracun, sesuai dengan batasan-batasan yang diatur oleh FDA (*Food and Drug Administration*) di Amerika , BPOM (Badan Pengawasan Obat & Makanan) di Indonesia, FSIS (*Food Safety & Inspection Service*), ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

Food grade Metal adalah bahan logam yang layak digunakan untuk alat perlengkapan makanan/minuman, mesin pengolah makanan/minuman dan lain-lain. Bahan Logam tersebut tidak akan memindahkan, mengkontaminasi atau mencemari makanan/minuman dengan zat-zat kimia logamnya, seperti perubahan warna, rasa dan bau. Sebagai contoh, untuk logam seperti : emas (*gold*), perak (*silver*), baja tahan karat/*stainless steel* (SS314, SS316), nikel (*nickel*), Aluminium, dan lain-lain.

Berbagai logo yang tercantum pada kemasan untuk makanan pada gambar 5, menandakan material tersebut *food grade* atau tahan perlakuan tertentu yang direkomendasikan pada material tidak merubah *property* material. Gambar sendok dan garpu, berarti wadah tersebut aman bagi makanan. Gambar kedua yang bergambar gelombang radiasi, artinya bahwa wadah tersebut dapat digunakan di *microwave*. Gambar ketiga mirip dengan serpihan salju, berarti bahwa wadah tersebut dapat dimasukkan ke freezer. Sedangkan gambar piring dan garis seperti hujan, artinya wadah tersebut dapat diletakkan di mesin pencuci piring.



Gambar 5. Logo *Food grade* dan perlakuan yang diijinkan pada wadah makanan (sumber : <http://www.apakabardunia.com>)

3.2. Property material penyusun komponen

Kajian material untuk alat pemindah masakan ini dilakukan untuk material yang dialiri minyak goreng terdapat pada daftar material terdapat pada tabel 2. Kondisi penggunaan dengan temperatur tinggi akan mempengaruhi *property* material yang berpengaruh terhadap kualitas produk hasil penggunaan alat atau bahkan terhadap keamanan alat itu sendiri.

Namun, sebagian besar logam dan paduannya dilindungi oleh lapisan oksida pada lingkungan mengoksidasi pada temperatur yg bervariasi. Oksidasi pada baja karbon dari udara atau uap membentuk kerak oksida sepanjang permukaan logam yang tumbuh dan menebal seiring pertambahan waktu. Kerak tergantung dari komposisi oksida yang dapat sedikit melapisi atau melapisi dengan tebal. Pertumbuhan kerak meningkat sesuai dengan penambahan temperatur. *Chromium, aluminum, dan/atau silicon* membantu dalam pembentukan kerak yang lebih melindungi pada temperatur yang lebih tinggi. Ketergantungan pada laju aliran dan pO_2 , *chromium oxide* stabil diatas temperatur 983°C, diatas dimana oksida mudah menguap menjadi gas CrO_3 .

a. Rubber

Rubber termasuk jenis polymer yang merupakan gabungan yang terdiri dari rantai panjang molekul, setiap molekul terdiri atas unit yang terhubung bersama-sama. Tabel 3 menunjukkan perbandingan *property* pada *rubber*. Pada tabel 3 terlihat bahwa *max service temperature* untuk berbagai jenis *rubber* dari yang terendah hingga tertinggi berkisar antara 212 F hingga 500 F, atau 100 °C hingga 260 °C. Ini artinya semua jenis *rubber* yang terdapat pada Tabel 3 tidak memenuhi temperatur kerja minimal yang menjadi batasan yaitu 311°C, artinya pada kondisi temperatur minyak goreng yang mendidih, *rubber* akan kehilangan kekuatannya karena *temperature service max* berada dibawah temperatur kerja. Kondisi tersebut dapat menyebabkan perubahan struktur material dan terjadinya *creep* yang ditandai dengan lunturnya warna rubber pada larutan minyak goreng sehingga tidak aman untuk kesehatan atau tidak *food grade*.

Tabel 3. Perbandingan *property rubber*

PROPERTY/MATERIAL	BUNA-N NITRILE	EPDM	HNBR	HYPALON	NATURAL RUBBER	NEOPRENE	PVC/NBR	PURE SILICONE	SILICONE BLEND	URETHANE	XNBR
Tensile Strength	F	F	E	G	G-E	G-E	G	P	F	E	E
Hardness Range	20-100	25-90	45-98	45-85	30-100	10-95	20-80	35-95	40-90	10-100	45-95
Relative Cost	E	E	P	G	E	G	E	F	G	F	G
Max. Service Temp °F	250	350	350	300	212	250	250	500+	400	212	275
Ozone Resistance	P	E	E	E	P	F-G	G	E	E	E	P
Cut Resistance	F	F	E	F-G	G	G	F	P	F	E	E
Abrasion Resistance	F-G	F	E	G	G-E	G-E	G-E	P	F	E	E
Tear Strength	F	F	E	G	G	G	G	P	F	E	E
Resistance To:											
Compression Set	F-G	G	G	F	F	G	P	E	G	F-G	F
Heat Build Up	P	F-G	G	P-F	E	E	P	G-E	F	E	P
ASTM #1 Oil	E	P	E	F-G	P	F-G	E	G	P	E	E
ASTM #3 Oil	E	P	E	F	P	F	E	F	P	E	E
Reference Fuel B	G-E	P	G	P	P	F	G-E	P	P	E	G
Ketones: MEK	P	E	F	F	E	F	P	F	E	P	P
Aromatics: Toluene	G-E	P	E	P	P	P-F	G	P	F	E	G
Aliphatics: Hexane	E	P	G	G	P	G	E	P	P	E	E
Ethyl Acetate	P-F	E	P	F	E	G	P	G	G	P-F	P
Cellosolve	F	E	F	G	E	E	P	E	G	P-F	F
Methylene Chloride	P	P	G-E	P	E	P	P	F	F	P	P
Trichloroethylene	P	P	G-E	P	P	P	P	P	F	P	P
Diethylene Glycol	E	E	G-E	E	E	E	E	E	E	G	G
Isopropyl Alcohol	G-E	E	E	E	E	G-E	E	G	E	G	G-E
Water (75 °F)	G	E	F	E	E	G	G-E	G	G-E	G	G
Caustics: 10% NaOH	G-E	G-E	G-E	E	E	G-E	G	E	G-E	P	G
Acids: H2SO4	F	E	G	E	G	G	G	F	G	P	G

MARKS: E= EXCELLENT G= GOOD F= FAIR P= POOR

Sumber : www.goodol.com

b. *Stainless steel*

Stainless steel (www.buzzle.com) adalah paduan logam yang mengandung sekitar 30% dari kromium (Cr) dan sekitar 50% besi (Fe). Jumlah karbon dalam *stainless steel* berkisar dari 0,2% menjadi 2,14%. Sifat mekanik dan ketahanan korosi adalah kriteria utama untuk menentukan kelas dari *stainless steel*. Zat paduan lainnya seperti tembaga, nikel, aluminium, molibdenum, nitrogen, silikon dan titanium ditambahkan untuk meningkatkan sifat *stainless steel*.

Ada lima jenis utama dari *stainless steel* seperti Feritik, Martensit, *Precipitation Hardening*, Austenit dan Duplex (feritik - austenitic).

Stainless steel feritik mengandung kromium dengan struktur kristal (tubuh berpusat kubik, bcc) disebut feritik yang terdiri dari sekitar 30% kromium. *Stainless* feritik memiliki sifat feromagnetik serta sifat mampu bentuk dan *ductility*, tapi kurang dalam sifat mekanik pada suhu tinggi.

Stainless steel martensit adalah campuran dari karbon sekitar 1,0% dan kromium sekitar 18%. Material ini bisa diperkeras dengan perlakuan panas, bersifat feromagnetik dan kurang tahan terhadap korosi.

Pengerasan presipitasi *stainless steel* berisi campuran nikel dan kromium. Jenis baja memiliki sifat-sifat baja austenit atau martensit dalam kondisi normal. Presipitasi pengerasan struktur martensit memberikan kekuatan tinggi untuk *stainless steel*.

Austenitic stainless steel terdiri dari struktur Kristal *face center cubic* (fcc). Hal ini dibentuk dengan menggunakan nitrogen, mangan dan nikel. Ini berisi sekitar 16-26 % dari kromium dan kurang dari 35 % dari nikel. *Austenitic stainless steel* sangat keras, ulet dengan sifat kekuatan suhu kriogenik dan tinggi. Jenis baja digunakan untuk berbagai macam aplikasi seperti bak cuci dapur, peralatan pengolahan makanan komersial, exterior bangunan dan pipa pabrik kimia.

Stainless steel duplex merupakan kombinasi struktur kristal fcc (*face center cubic*) austenit dan ferit bcc (*body center cubic*). Sebagian besar baja tahan karat duplex terdiri dari jumlah yang sama dari austenit dan ferit. Kromium dan nikel adalah elemen paduan utama dalam *stainless steel duplex*. Material ini memiliki ketahanan korosi serta ketahanan korosi retak tegang.

Peningkatan kandungan kromium dalam *stainless steel* meningkatkan sifat ketahanan korosi baja. Penambahan nikel meningkatkan sifat ketahanan korosi dalam kasus penggunaan agresif. Penambahan molibdenum memberikan ketahanan korosi lokal terhadap jaringan parut. Logam paduan lain seperti tembaga, titanium dan vanadium juga ditambahkan untuk meningkatkan sifat dan struktur dari *stainless steel*.

Stainless steel austenit memiliki sifat ulet dengan elongasi tinggi sekitar 60-70%. Ketahanan panas dari *stainless steel* bervariasi tergantung pada jenis baja. Kelas 316H adalah yang paling tahan terhadap suhu tinggi.

Stainless steel digunakan untuk pembuatan instrumen bedah, pelat, lembaran, bar, kawat, sendok garpu dapur, peralatan industri, konstruksi bangunan bahan dan *hardware* peralatan masak, juga digunakan di dapur komersial dan pabrik pengolahan makanan.

Beberapa alasan penggunaan *Stainless steel food grade* oleh industri pengolahan produk buah, gorengan, daging, susu, bir, kue, *snack*, farmasi, kosmetik, restoran dan bidang lainnya adalah:

1. Untuk menghindari kontaminasi zat-zat kimia baja terhadap makanan/minuman.
2. Mudah dibersihkan, anti korosif, dan tahan terhadap bakteri.
3. Sifat mekanik yang cukup baik secara keseluruhan

Pilihan *stainless steel food grade* adalah Austenitic type 300 yaitu **304** dan **316**. *Grade 304* adalah standar 18/8 *stainless steel* yang mengandung 18% chromium, 8% nickel dengan maximum 0.08% carbon. 18/10SS yang mengandung 18 chromium & 10% nickel juga dikenal sebagai *grade 304*.

Grade 304 memiliki karakteristik pembentukan dan pengelasan yang sangat baik dan daya tahan karat yang baik terhadap berbagai asam di dalam buah, gorengan, susu, daging dan sebagainya. SS-304 adalah *stainless steel* yang paling umum digunakan, misalnya pada bak cuci piring, teko kopi, dispenser, termos, panci, perlengkapan makan, alat-alat masak, perabot rumah tangga (*utensil*).

Grade 304 juga banyak digunakan untuk pipa uap panas (*steam pipes*), sistem pembuangan uap/gas, tangki penyimpanan, ketel uap. *Grade 304 SS* tidak tahan terhadap air garam, artinya daya tahan korosinya kurang jika bersentuhan dengan air garam untuk beberapa waktu yang cukup lama.

Grade 316 selain disebut sebagai *food grade*, juga dikenal sebagai *marine Grade*, daya tahan korosinya lebih baik dari *grade 304*, dan memiliki daya tahan korosi terhadap air garam, serta harganya lebih mahal dari *grade 304*. SS-316 mengandung 16% chromium, 10% nickel and 2% molybdenum. Penambahan molybdenum ini untuk membantu daya tahan korosi pada lingkungan klorida seperti pada air laut atau air garam. *Grade 316* diperlukan untuk keadaan khusus seperti resistensi tinggi terhadap korosi pitting dan celah (*pitting & crevice corrosion*) dan juga pada lingkungan klorida.

Pada *grade 304L* atau *316L*, penggunaan huruf L sesudah nomor *grade* mempunyai arti kandungan karbon yang rendah $\leq 0,03\%$ dimana untuk tingkat normal biasanya mengandung maksimal 0,08%. Kandungan karbon rendah ini berguna untuk mengurangi efek sensitasi akibat proses pengelasan, yaitu menghindari masalah korosi dengan membantu mencegah habis/berkurangnya kromium pada waktu pengelasan dengan terjadinya pembentukan karbit kromium pada tempat pengelasan. Dampak sensitasi pengelasan pada material SS-304 adalah material tersebut menjadi respon terhadap magnet pada sambungan pengelasannya. Padahal tipe 300 mengandung *nickel* adalah non magnetic dimana tidak terjadi respon terhadap magnet, sehingga magnet tidak dapat menempel pada bahan *stainless steel*.

Stainless steel jenis lain yang umum digunakan adalah: *Grade 201* dan *202*, memiliki fisik dan sifat mekanik yang hampir sama dengan tipe 301 dan 302, perbedaannya adalah daya tahan korosinya tidak sebaik SS-304 dan SS-316. Harganya lumayan lebih murah dibandingkan dengan tipe 300. Oleh karena itu *grade 201* cukup banyak digunakan sebagai pengganti *grade 304*, misalnya: pada alat masak, alat dapur, bak cuci piring, dan lain-lain.

Grade 201 digunakan pada lingkungan yang korosinya sedang, seperti klem pipa, piston rings, atap mobil, kotak kontainer, kerangka pintu/jendela dan sebagainya. *Grade 201* adalah *magnetic*.

Grade 430 (ferritic) atau dikenal juga sebagai 18/0 *stainless steel* yang berarti mengandung 18 chromium dan 0,75% nickel, serta bersifat magnetik. Daya tahan korosinya tidak sebaik SS-304 dan SS-316.

c. Kuningan (*brass*)

Kuningan adalah paduan tembaga dan *zinc*, dapat juga mengandung sejumlah kecil elemen paduan lain untuk memberikan sifat-sifat yang menguntungkan. *ASM handbook* membagi *brass* menjadi beberapa jenis dengan informasi mengenai sifat, pembuatan dan penggunaan tertentu, antara lain :

- C23000 (*red brass, 85%*) sangat baik untuk pengerjaan dingin, mampu bentuk pada panas yang baik. Kegunaan: *weather stripping*, saluran, soket, pengencang, alat pemadam kebakaran, pipa kondensor dan penukar panas, pipa ledeng, plat inti radiator
- C24000 (*low brass, 80%*) sangat baik untuk pengerjaan dingin. Karakteristik fabrikasi sama dengan C23000. Penggunaan kepala baterai, penghembus, alat musik, pemutar jam, saluran pompa, selang fleksibel
- C26000 (*cartridge brass, 70%*) sangat baik untuk pengerjaan dingin. Karakteristik fabrikasi sama dengan C23000, kecuali untuk *coining*, *roll threading*, and *knurling*. Penggunaan: bagian tengah radiator dan tangki, rangka senter, perlengkapan lampu, pengencang, kunci, engsel, komponen amunisi, aksesoris pipa, pin, paku keeling

- C26800, C27000 (*yellow brass*) sangat baik untuk pengerjaan dingin. Karakteristik fabrikasi sama dengan C23000. Kegunaan: sama seperti C26000 kecuali tidak digunakan untuk amunisi
- C33000 (*low-leaded brass tube*) kombinasi antara mampu permesinan yang baik dan mampu pengerjaan dingin yang sangat baik. Dibuat dengan *forming* dan *bending*, *machining*, *piercing*, *punching*. Kegunaan: pompa dan silinder penggerak dan lintasannya, amunisi primer, aksesoris pipa
- C33200 (*high-leaded brass tube*) mempunyai sifat mampu mesin yang sangat baik. Dibuat dengan *piercing*, *punching*, *machining*. Kegunaan : fungsi umum dari komponen mesin sekrup
- C33500 (*low-leaded brass*) sama dengan C33200. Secara umum dibuat dengan *blanking*, *drawing*, *machining*, *piercing and punching*, *stamping*. Kegunaan : *butts*, engsel, punggung arloji
- C34000 (*medium-leaded brass*) sama dengan C33200. Dibuat dengan *blanking*, *heading* dan *upsetting*, *machining*, *piercing*, and *punching*, *roll threading* dan *knurling*, *stamping*. Kegunaan: *butts*, roda gigi, mur, paku keling, sekrup, tombol penyetel (*dial*), ukiran, plat instrument
- C34200 (*high-leaded brass*) menggabungkan sifat mampu mesin yang sangat baik dengan kemampuan pengerjaan dingin sedang. Kenggunaan: plat jam dan mur, punggung jam dan arloji, roda gigi, roda, plat saluran
- C46400 to C46700 (*naval brass*) mempunyai sifat mampu pengerjaan panas dan penempaan panas yang sangat baik. Dibuat dengan *blanking*, *drawing*, *bending*, *heading* dan *upsetting*, penempaan panas, dan *pressing*. Kegunaan: laras belitan gesper pesawat, bola, baut, perangkat keras laut, mur, poros *propeller*, paku keling, batang *valve*, plat kondensor, batang las
- C48200 (*naval brass, medium-leaded*) Baik pada pengerjaan panas untuk panas penempaan, *pressing*, dan operasi permesinan. Kegunaan: perangkat keras kelautan, produk mesin sekrup, batang *valve*
- C48500 (*leaded naval brass*) Mengkombinasikan kemampuan penempaan panas dan permesinan yang sangat baik. Dibuat dengan penempaan panas dan *pressing*, permesinan. Kegunaan: perangkat keras kelautan, sekrup komponen mesin, batang *valve*
- C68700 (*aluminum brass, arsenical*) Kemampuan pengerjaan dingin yang sangat baik untuk *forming* dan *bending*. Kegunaan: kondensor, evaporator, dan pipa *heat exchanger*; pipa pelat kondensor; pipa penyulingan; *ferrules*
- C69400 (*silicon red brass*) Sifat mampu pembentukan panas yang sangat baik untuk fabrikasi dengan penempaan, operasi mesin sekrup. Kegunaan: batang *valve* dimana ketahanan terhadap korosi dan kekuatan tinggi sangat penting.

Sifat fisik kuningan (*brass*) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat fisik *brass*

Property	Value
Density	8.47 g/cm ³
Melting Point	875 °C
Thermal Expansion	20.9 x10 ⁻⁶ /K
Modulus of Elasticity	97 GPa
Thermal Conductivity	123 W/m.K
Electrical Resistivity	0.062 x10 ⁻⁶ Ω .m

d. Aluminium

Aluminium dan paduan aluminium adalah logam *non ferrous* yang paling penting. Massa jenis aluminium adalah 2700 kg/m³ atau sekitar 1/3 dari kepadatan besi. *Modulus Young* aluminium sebesar 70 GPa (10,15 × 10⁶ psi) yang juga sekitar 1/3 yang dari besi. Berdasarkan sifat aluminium adalah :

- 1 . Korosi dan ketahanan oksidasi yang baik.
- 2 . Listrik dan termal konduktivitas yang baik .
- 3 . Densitas rendah .
- 4 . Reflektifitas tinggi .
- 5 . Daktilitas tinggi dan kekuatan yang cukup tinggi .

Penggunaan aluminium adalah untuk *foil, dye casting*, kaleng minuman, memasak dan makanan pengolahan, perahu/kano, pesawat dan suku cadang kendaraan bermotor termasuk blok mesin, dan roda. Konduktivitas termal yang tinggi menguntungkan pada aplikasi untuk radiator, pendingin udara mesin, dan peralatan masak. Kekuatan dan daktilitas aluminium yang baik penting dalam semua penggunaan struktural di mana produk tempa digunakan. Reaktivitas kimianya penting terutama dalam penggunaannya dalam bola *photoflash* dan reaksi termit (Al + Fe₂O₃ → Fe + Al₂O₃). Korosi dan ketahanan oksidasinya bermanfaat pada pengemasan (*foil*, kaleng), aplikasi arsitektur, dan perahu . Pada tabel 5 terdapat *mechanical properties* pada sebagian paduan aluminium yang layak sebagai alat pemindah masakan

Tabel 5. *Mechanical properties* pada sebagian paduan aluminium (Callister 2007).

Mechanical Properties							
Aluminum Association Number	UNS Number	Composition (wt%)*	Condition (Temper Designation)	Tensile Strength [MPa (ksi)]	Yield Strength [MPa (ksi)]	Ductility [%EL in 50 mm (2 in.)]	Typical Applications/ Characteristics
<i>Wrought, Nonheat-Treatable Alloys</i>							
1100	A91100	0.12 Cu	Annealed (O)	90 (13)	35 (5)	35-45	Food/chemical handling and storage equipment, heat exchangers, light reflectors
3003	A93003	0.12 Cu, 1.2 Mn, 0.1 Zn	Annealed (O)	110 (16)	40 (6)	30-40	Cooking utensils, pressure vessels and piping
5052	A95052	2.5 Mg, 0.25 Cr	Strain hardened (H32)	230 (33)	195 (28)	12-18	Aircraft fuel and oil lines, fuel tanks, appliances, rivets, and wire

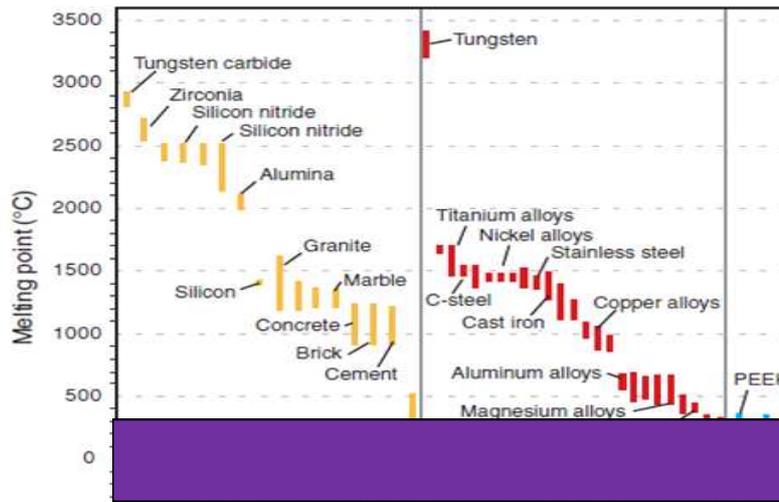
4. SELEKSI MATERIAL

Temperatur dimana material mulai mengalami *creep* tergantung pada *melting point* atau titik lelehnya. Gambar 6 menunjukkan *melting point* pada keramik, metal dan polimer.

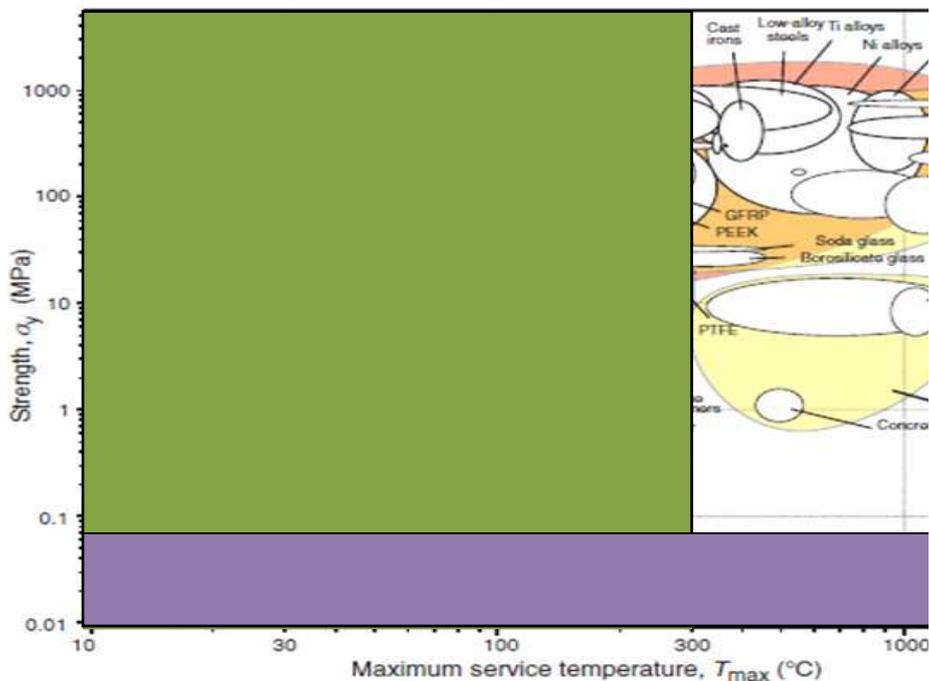
Berdasarkan hasil pengukuran titik didih minyak goreng rata-rata, di eliminasi material yang tidak layak yang mempunyai *melting point* kurang dari sekitar 311°C. Material yang layak untuk jenis metal adalah *zinc alloy, magnesium alloy, aluminum alloy, cooper alloy, cast alloy, stainless steel, C-steel, nickel alloy, titanium alloy*, dan *tungsten*. Material yang layak untuk jenis keramik adalah : *brick, cement, concrete, silicon, mable, granite, alumina, silicon nitride*,

zirconia, dan *tungsten carbide*. Sedangkan material yang layak untuk jenis polimer adalah sebagian PTFE dan PEEK.

Data sekunder untuk tekanan terbesar yang terjadi di dalam tabung ketika alat bekerja adalah sekitar 0,7 bar atau 0,07 MPa. Sedangkan titik didih rata-rata minyak goreng adalah 301,2°C. Seleksi material dilakukan dengan menggunakan *bubble chart strength* terhadap *maximum service temperature* pada Gambar 6. Hasil seleksi ditunjukkan pada bagian yang terang dari grafik, yang berarti memenuhi kriteria. Material yang layak digunakan adalah : *cast iron*, *low alloy steels*, *Ti Alloys*, *Stainless steels*, *W alloy*, *Si₃N₄*, *ZrO₂*, *Al₂O₃*, *SiC*, *B₄C*, *AlN*, *technical ceramics*, *brick*, *stone*, *soda glass*, *silica glass*, *brosliceto glass*, *concrete*.



Gambar 6. *Melting point* pada keramik, metal dan polymer (Ashby,2007)



Gambar 7. *Bubble chart strength vs maximum service temperature* (Ashby,2007)

5. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang dilakukan, kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Berdasarkan sifat logam mempunyai temperature leleh yang tinggi, tidak mudah teroksidasi terhadap zat tertentu pada suhu yang tidak terlalu tinggi, serta penambahan unsur paduan tertentu seperti *chromium*, *aluminum*, dan/atau *silicon* makin meningkatkan kualitas logam, maka material logam tertentu cukup aman digunakan untuk sesuatu yang berkaitan dengan makanan atau *food grade*.
2. Material-material penyusun komponen alat pemindah masakan, yaitu : *stainless steel* cukup aman untuk *grade 304* dan *316*, sebagian kuningan (*brass*), *aluminium alloy* adalah *food grade*, sedangkan *rubber* tidak *food grade*.
3. Material yang layak dipakai untuk temperatur pengoperasian alat pemindah masakan paling tinggi sebesar 311 °C adalah material pada komponen tabung vakum, *ball valve* dan sambungan *tee*.
4. Material hasil seleksi yang layak dipakai berdasarkan tabel *melting point* untuk temperatur luluh dari 311 °C adalah :
 - jenis metal adalah *zinc alloy*, *magnesium alloy*, *aluminum alloy*, *cooper alloy*, *cast alloy*, *stainless steel*, *C-steel*, *nickel alloy*, *titanium alloy*, dan *tungsten*.
 - jenis keramik adalah : *brick*, *cement*, *concrete*, *silicon*, *mable*, *granite*, *alumina*, *silicon nitride*, *zirconia*, dan *tungsten carbide*.
 - jenis polimer adalah sebagian PTFE dan PEEK.
5. Seleksi material dilakukan dengan menggunakan *bubble chart strength* terhadap *maximum service temperature*, material yang memenuhi kriteria dan layak digunakan adalah : *cast iron*, *low alloy steels*, *Ti Alloys*, *Stainless steels*, *W alloy*, *Si₃N₄*, *ZrO₂*, *Al₂O₃*, *SiC*, *B₄C*, *AlN*, *Silica glass*, *technical ceramics*, *brick*, *stone*, *soda glass*, *silica glass*, *brosliceto glass*, *concrete*.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. (2006). "Corrosion : environment and industries". ASM handbook volume 13 c. ASM International
- _____. (1990). "Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials". Volume 2. ASM International Handbook Committee.
- Ashby, M.F. (2005). "Materials selection in Mechanical Design". Thirth Edition. Butterworth. Elsvier
- Ashby, MF et all. (2007). "Materials engineering science, processing and design". First Edition. Butterworth. Elsvier
- Callister, WD. (2007). "Materials science and engineering : an introduction". Seventh Edition. John Wiley & Sons Inc. USA
- <http://aldis-asia.blogspot.com/2013/09/stainless-steel-food-grade-11.html> diakses tanggal 18 desember 2013
- <http://ekbis.sindonews.com/read/2014/01/21/34/828633/gapmmi-proyeksi-industri-mamin-2014-tumbuh-7> diakses 29 Januari 2014
- Hosford ,WF. (2008). "Materials_for_Engineers". Cambridge University Press USA

<http://www.apakabardunia.com/2012/04/tips-memilih-wadah-plastik-yang-aman.html> diakses tanggal 18 desember 2013

<http://sriutamisemangat.blogspot.com/2011/01/polimer.html> diakses tanggal 18 desember 2013

http://www.aalco.co.uk/datasheets/Copper~Brass~Bronze_CW614N-CZ121_31.ashx diakses tanggal 11 Desember 2013

<http://www.buzzle.com/articles/physical-properties-of-stainless-steel.html> diakses pada 9 Desember 2013

<http://www.buzzle.com/articles/properties-of-stainless-steel.html> diakses pada 12 Desember 2013

<http://taufik-yoriwe.blogspot.com/2013/02/sifat-sifat-mekanik-material.html> diakses tanggal 8 Desember 2013

<http://www.hazmetal.com/f/kutu/1236776229.pdf> diakses tanggal 8 Desember 2013

<http://www.wartakota.co.id/detil/berita/25203/Industri-Makanan-dan-Minuman-Pemakai-Terbesar> diakses tanggal 19 Maret 2012

https://www.usaemergencysupply.com/information_center/food_storage_faq/what_is_food_grade_packaging.htm#.UraaRSR_ttc diakses tanggal 21 Desember 2013

<http://industri.kontan.co.id/news/gapmmi-prediksi-pertumbuhan-industri-mamin-2014-6> diakses 12 Januari 2014

Pusvyta, Y. (2012). “*Perancangan mekanisme alat pemindah masakan dengan kapasitas 10 liter*”. Laporan penelitian Dosen. Kopertis wilayah II

Pusvyta, Y. (2013). “*Kompleksitas pada proses perancangan prototipe alat pemindah masakan*”. Prosiding SNTTM XII. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung

Ulrich, K.T & Eppinger, S.D. (2001). “*Perancangan dan Pengembangan Produk*”. Penerbit Salemba, Jakarta