

**PROFIL TEMPERATUR PADA OVEN MICROWAVE  
DENGAN MENGGUNAKAN DAYA 400 WATT**

**M. Sjahrul Annas**

Jurusan Teknik Mesin

Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa, Grogol, Jakarta

E-mail: [sjhrula@yahoo.com](mailto:sjhrula@yahoo.com)

**Belyamin**

Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Jakarta

Kampus Baru UI Depok 16424

E-mail: [belyamin@yahoo.com](mailto:belyamin@yahoo.com)

**Edy Hartulistiyoso**

Departemen Keteknikan Pertanian

Institut Pertanian Bogor

E-mail: [eharts@gmx.com](mailto:eharts@gmx.com)

**Abstrak**

*Teknologi microwave adalah teknologi yang realtif baru dalam bidang pemanasan di Indonesia. Pemanasan ini bekerja dengan sistim konduksi ionik dengan cara perambatan gelombang yang diarahkan pada benda kerja. Hasil perambatan ini bervariasi sesuai dengan kondisi ruang. Penelitian ini menyampaikan bagaimana hasil distribusi suhu yang terjadi pada ruang pemanas.*

*Kata kunci: microwave, panas, suhu*

## PENDAHULUAN

Ada berbagai macam peralatan pemanas yang digunakan. Salah satu diantaranya yang relatif baru adalah microwave. Berbeda dengan pemanas lain yang bekerja dengan konveksi atau konduksi biasa tetapi dengan sistim konduksi ionik, pemanasan pada microwave tidak terjadi karena temperatur gradien tetapi karena perambatan gelombang. Gelombang ini diarahkan ke ruangan pemanas. Jika pada pemanasan microwave ini dapat diketahui bagaimana temperatur bervariasi di dalam ruangan pemanasnya, maka ini dapat dimanfaatkan untuk menentukan bentuk ruang pemanas yang efisien, menempatkan produk yang dipanaskan dengan tepat dan lain lain.

## TUJUAN PENELITIAN

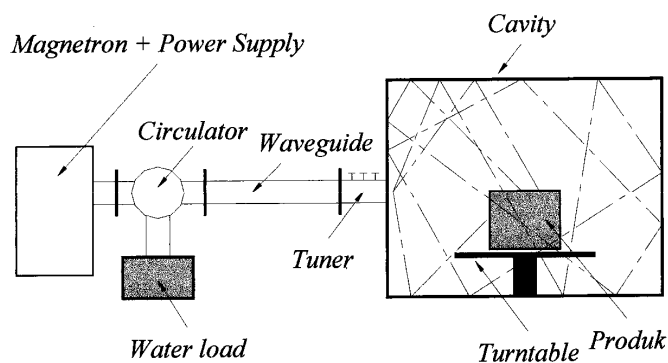
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana temperatur yang terjadi di dalam ruang pemanas microwave rumah tangga pada daya 400 W selama 5 menit sehingga dapat diketahui dimana posisi T maximum dan T minimumnya.

## DESKRIPSI MICROWAVE

Oven microwave ditemukan pertama kali pada tahun 1946 oleh Dr. Percy L. Spencer bekerjasama dengan *Raytheon Corporation*, ketika sedang melakukan penelitian yang berhubungan dengan radar (Gallawa, 2000).

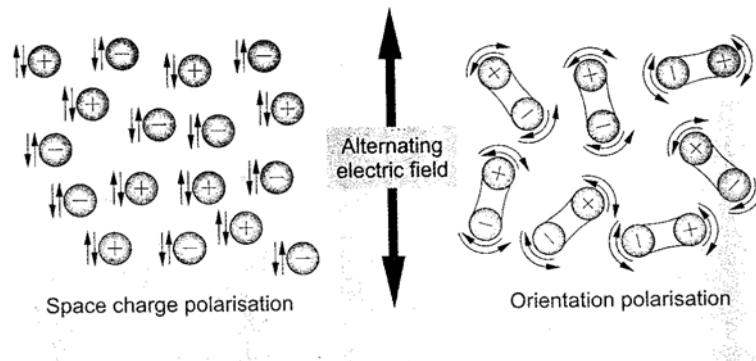
Oven microwave bekerja dengan menggunakan gelombang radio yang bekerja pada kisaran frekwensi  $\sim 900$  Mhz dan  $2450 \pm 50$  MHz, frekuensi ini merupakan batas frekuensi yang aman bagi manusia (Jones and Rowly, 1996). Pada fdrekuensi ini gelombang radio akan diserap oleh air, lemak dan gula yang berakibat terjadinya pergerakan berupa vibrasi dan rotasi pada atom-atom dari bahan-bahan penyerap yang mengakibatkan panas.

Gelombang ini dibangkitkan oleh magnetron untuk kemudian dialirkan ke ruang pemanas dengan pengarah gelombang (wave guide, biasanya berupa pipa logam). Di dalam ruang pemanas (applicator) gelombang dipantulkan ke segala arah. Gelombang yang tertangkap produk akan memanaskan produk tersebut. Untuk mencegah gelombang terpantul masuk kembali ke magnetron, maka gelombang ini ditangkap dengan circulator (biasanya menggunakan air), gambar berikut.



Gambar 1. sistim pemanas microwave

Pemanasan pada microwave berlangsung dengan polarisasi molekul molekul ketika dikenai medan listrik yang berubah ubah pada frekwensi tertentu. Polarisasi ini bisa berupa polarisasi orientasi (orientation polarisation) atau berupa polarisasi muatan ruang (space charge polarisation), gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme polarisasi.

Pada polarisasi orientasi, modul yang sudah terpolarisasi secara permanen (karena struktur kimianya), bergerak dengan cepat. Contoh untuk ini misalnya polarisasi molekul air. Sedangkan pada polarisasi ruang terjadi akumulasi muatan didalam material disebabkan pergerakan partikel karena medan elektromagnetik yang diterapkan. Pada frekwensi microwave, polarisasi yang dominan adalah polarisasi orientasi, sedangkan polarisasi muatan ruang diabaikan.

Komponen utama microwave terdiri dari generator, pengarah gelombang (wave guide) dan applicator. Generator berfungsi untuk mengubah supply arus AC yang masuk menjadi supply arus DC pada anoda magnetron. Magnetron yang ada mempunyai daya keluar 0,5 – 20 KW pada 2450 Hz dan 5 – 75 KW pada 896/915 MHz. Efisiensinya masing-masing 70 – 80 % dan 80 – 90 % (APV). Rugi-rugi dari magnetron ditangkap oleh udara atau air pada dengan proses pendinginan. Energi yang dialirkan melalui wave guide yang ukurannya tergantung frekuensi microwave. Energi yang dilewatkan wave guide ini disalurkan ke applicator untuk kemudian ditransfer ke produk yang dipanaskan.

## METODE PENELITIAN

### Pengukuran Temperatur

Temperatur pada pemanas diukur dengan thermo couple. Problem yang timbul pada pengukuran ini ketika terjadi penembakan gelombang di dalam ruang panas, thermo couple yang ada di dalam pemanas ini akan menangkap gelombang sebagaimana layaknya sebuah antenna. Hal ini tidak diinginkan sebab dapat merusak recorder temperatur yang digunakan. Untuk mengatasi hal ini, telah dibuat oleh peneliti sebelumnya alat (relay) yang mengontrol kapan thermocouple dapat mengukur dan kapan berhenti mengukur. Dengan relay ini thermocouple hanya mengukur ketika penembakan gelombang terhenti. Pengukuran temperature terhenti ketika gelombang ditembakkan kembali. Semakin besar daya microwave, semakin singkat waktu sela (off) antara penembakan gelombangnya.

### Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan pada microwave yang ada di Labolatorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian Departemen Teknik Pertanian IPB. Ruang dalam microwave (ruang pemanas) dibagi menjadi 2 X 4 X 4 titik koordinat. Dua lapisan koordinat pada ketinggian, 4 baris dan 4 kolom pada tiap tiap lapisan.

Pengukuran temperatur dilakukan pada masing masing titik koordinat tersebut dengan termocouple yang dicelupkan ke dalam 100 gr air. Dengan menggunakan daya pemanasan 400 W dan pemanasan dilakukan selama 5 menit, sedangkan pembacaan temperaturnya dilakukan setiap selesai satu kali penembakan gelombang.

Adapun peralatan yang digunakan adalah (1) Microwave rumah tangga berdaya maximum 800 W, (2) empat buah thermo couple, (3) Perekam suhu (recorder temperature), (4) Timbangan electronic, (5) Wadah air sebanyak empat buah @ 125 ml

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh data-data sebagai berikut:

Tabel 1. Suhu lapisan 2 kolom 1 (per menit)

Menit	S1	S2	S3	S4
0	28.8	33.6	30.5	33.2
1	32	37	37.1	35.7
2	35	40.5	41.4	37.8
3	39.7	45.5	47.9	41.6
4	42.4	49.2	52.8	44.2
5	44.1	51.2	55.1	45.3

Tabel 2. Suhu lapisan 2 kolom 2 (per menit)

Menit	S1	S2	S3	S4
0	29.7	31.8	28	33.4
1	31.2	35.8	31.2	34.8
2	32.8	41.3	35	37
3	35	49.4	39.8	39.7
4	36.9	55.3	43.7	41.9
5	38.9	61.9	48.2	44

Tabel 3. Suhu lapisan 2 kolom 3 (per menit)

Menit	S1	S2	S3	S4
0	26	31.3	28.4	29.6
1	28.8	35.5	33.8	31.5
2	31.8	40.3	39.3	34
3	36.1	46.9	47.8	37.5
4	39.5	51.3	53.6	40.6
5	40.9	53.4	56.1	41.5

Tabel 4. Suhu lapisan 2 kolom 4 (per menit)

Menit	S1	S2	S3	S4
0	25.1	30.5	28	28.7
1	28	35.2	34.9	30.9
2	30.5	39.7	40.7	32.8
3	35	46.5	50.7	36.5
4	38.1	50.8	56	39
5	39.7	53	59.2	40.2

Tabel 5. Suhu lapisan 1 kolom 1 (per menit)

Menit	S1	S2	S3	S4
0	28.7	30.9	27.2	28.9
1	30	33.1	28.1	30
2	33.8	37	32	32.4
3	38.1	43.4	36.9	35.2
4	41.3	47.6	40.4	37.4
5	44	51.9	43.7	39.3

Tabel 6. Suhu lapisan 1 kolom 2 (per menit)

Menit	S1	S2	S3	S4
0	27.1	30.7	27.1	28.7
1	30.7	33.7	29.4	30.5
2	34.7	37.2	31.7	32.7
3	39.9	43.1	35.5	35.7
4	43.9	47.2	38.1	37.8
5	49.7	51.6	40.9	40

Tabel 7. Suhu lapisan 1 kolom 3 (per menit)

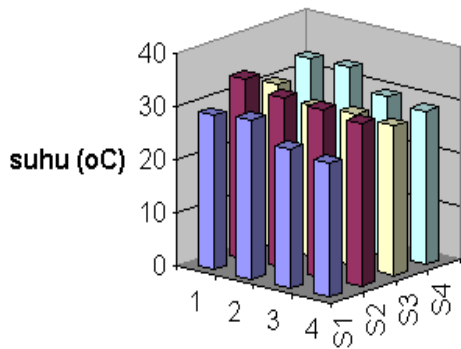
Menit	S1	S2	S3	S4
0	25.7	31.5	26.1	28.6
1	28.6	35.4	29.1	30.9
2	30.2	40.3	31.9	33.3
3	34.4	47.1	37.1	37.5
4	37.8	54.1	42.3	41.8
5	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabel 8. Suhu lapisan 1 kolom 4 (per menit)

Menit	S1	S2	S3	S4
0	29.1	30.1	30.2	32.9
1	31.9	31.6	33.4	33.2
2	34.9	33	37.2	34.1
3	39.1	35.6	43	35.9
4	41.8	37.8	47.8	36.6
5	43	38.1	50.9	37.3

Setelah didapat hasil pengukuran seperti diatas maka kemudian disusunlah profil temperatur dari data-data ini. Profil yang dibuat adalah profil temperatur per lapisan sebelum pemanasan (menit ke 0) dan setelah pemanasan berlangsung 1,3 dan 5 menit

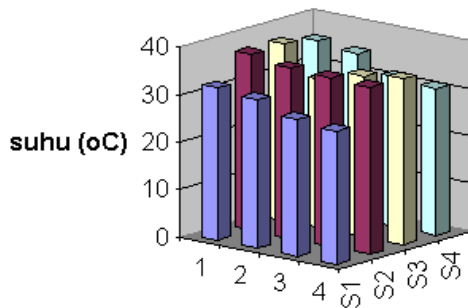
**profil awal temp lapisan 2**



	S1	S2	S3	S4
Baris 1	28.8	33.6	30.5	33.2
Baris 2	29.7	31.8	28	33.4
Baris 3	26	31.3	28.4	29.6
Baris 4	25.1	30.5	28	28.7

Gambar 1. Grafik profil suhu awal pada lapisan 2

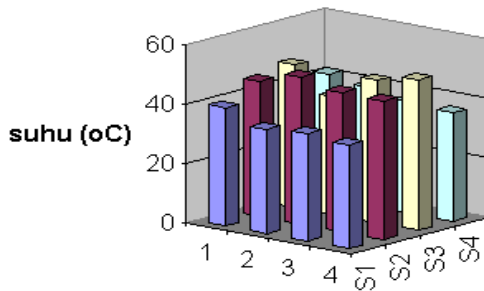
**profil temp lapisan 2 menit pertama**



	S1	S2	S3	S4
Baris 1	32	37	37.1	35.7
Baris 2	31.2	35.8	31.2	34.8
Baris 3	28.8	35.5	33.8	31.5
Baris 4	28	35.2	34.9	30.9

Grafik 2. Profil temp lapisan 2 menit 1

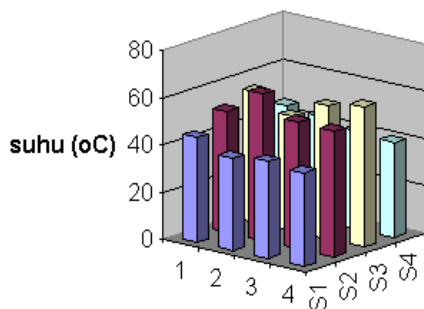
**profil temp lapisan 2 menit ketiga**



	S1	S2	S3	S4
Baris 1	39.7	45.5	47.9	41.6
Baris 2	35	49.4	39.8	39.7
Baris 3	36.1	46.9	47.8	37.5
Baris 4	35	46.5	50.7	36.5

Grafik 3. Profil temp lapisan 2 menit

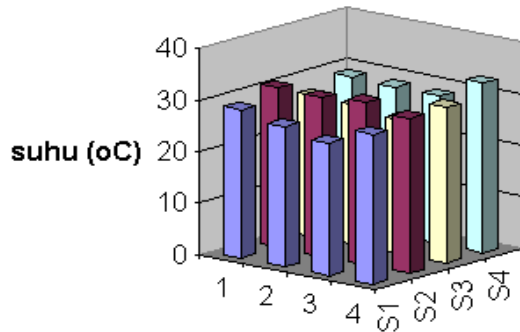
**profil temp lapisan 2 menit kelima**



	S1	S2	S3	S4
Baris 1	44.1	51.2	55.1	45.3
Baris 2	38.9	61.9	48.2	44
Baris 3	40.9	53.4	56.1	41.5
Baris 4	39.7	53	59.2	40.2

Grafik 4. Profil temp lapisan 2 menit 5

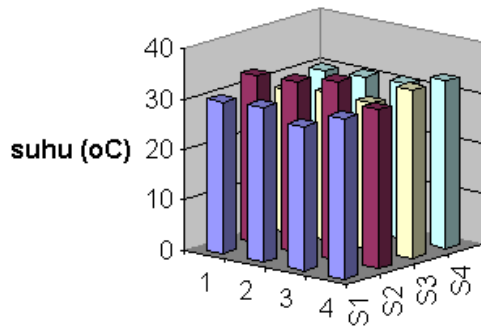
**profil awal temp lapisan 1**



	S1	S2	S3	S4
Baris 1	28.7	30.9	27.2	28.9
Baris 2	27.1	30.7	27.1	28.7
Baris 3	25.7	31.5	26.1	28.6
Baris 4	29.1	30.1	30.2	32.9

Grafik 5. Profil awal temp lapisan 1

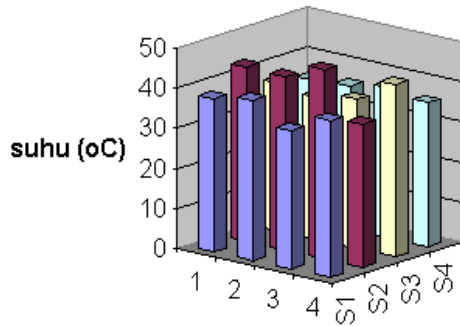
**profil temp lapisan 1 menit pertama**



	S1	S2	S3	S4
Baris 1	30	33.1	28.1	30
Baris 2	30.7	33.7	29.4	30.5
Baris 3	28.6	35.4	29.1	30.9
Baris 4	31.9	31.6	33.4	33.2

Grafik 6. Profil temp lapisan 1 menit 1

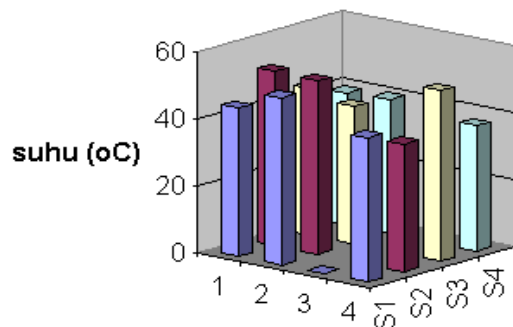
**profil temp lapisan 1 menit ketiga**



	S1	S2	S3	S4
Baris 1	38.1	43.4	36.9	35.2
Baris 2	39.9	43.1	35.5	35.7
Baris 3	34.4	47.1	37.1	37.5
Baris 4	39.1	35.6	43	35.9

Grafik 7. Profil temp lapisan 1 menit 3

**profil temp lapisan 1 menit kelima**



	S1	S2	S3	S4
Baris 1	44	51.9	43.7	39.3
Baris 2	49.7	51.6	40.9	40
Baris 3	N/A			
Baris 4	43	38.1	50.9	37.3

Grafik 8. Profil temp lapisan 1 menit 5

Setelah didapat hasil pengukuran seperti diatas maka kemudian disusunlah profil temperatur dengan data-data ini. Profil yang dibuat adalah profil temperatur per lapisan sebelum pemanasan (menit ke 0) dan setelah pemanasan berlangsung selama 1,3 dan 5 menit

**Pembahasan**

Dari grafik grafik lapisan 2 (atas) dan lapisan 1 (bawah) microwave terjadi kenaikan temperatur dengan bertambahnya waktu pemanasan. Hal ini sesuai dengan yang diharapkan.

Dari pembacaan grafik 1,2,3 dan 4 yang merupakan grafik lapisan atas ruang pemanas microwave dapat diringkas sebagai berikut

	Grafik 1	Grafik 2	Grafik 3	Grafik 4
Temperatur tem- peratur besar pada	baris S2	baris S2	baris S3	baris S3
Temperatur tem- Peratur rendah pada	baris S1	baris S1	baris S1	baris S1
Posisi T tertinggi	(1,S1)	(1,S3)	(4,S3)	(2,S2)
Posisi T terendah	(4,S1)	(4,S1)	(4,S1)	(2,S1)

Yang menarik disini bahwa temperatur temperatur besar bergeser dari baris 2 (grafik1, 2) ke baris 3 (grafik 3,4) sedangkan Temperatur temperatur rendah tetap berada pada baris 1.

T tertinggi berpindah pindah, tetapi nilai T tertinggi cenderung pada baris S3. T terendah berpindah pindah dari posisi (4,S1) ke (2,S1) tetapi terlihat kecenderungannya pada (4,S1).

Dari grafik 5,6,7 dan 8, Grafik grafik lapisan atas ruang pemanas microwave kemudian dibuatkan ringkasannya.

	Grafik 5	Grafik 6	Grafik 7	Grafik 8
Temperatur tem- peratur besar pada	baris S2	baris S2	baris S3	baris S2
Temperatur tem- Peratur rendah pada	baris S1	baris S3	baris S4	baris S4
Posisi T tertinggi	(4,S4)	(3,S2)	(3,S2)	(1,S2)
Posisi T terendah	(3,S1)	(1,S3)	(3,S1)	(4,S41)

Dari ringkasan ini terlihat bahwa T tertinggi berada pada baris S2 pada posisi (3,S2) dan T terendah cenderung ada pada baris S1 (3,S1).

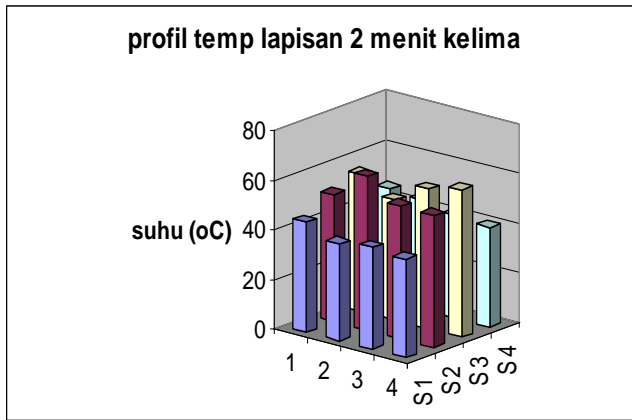
Jika dibandingkan antara lapisan 2 dan lapisan 1 diatas, dapat diketahui kecenderungan T tertinggi dan terendahnya

	T tertinggi	T terendah
Lapisan 2 (atas)	(1,S3) atau (4,S3)	(4,S1)
Lapisan 1 (bawah)	(3,S2)	(3,S1)

**SIMPULAN**

Pada penggunaan daya 400 W, suhu tertinggi terjadi pada lapisan atas microwave pada baris S3 (baris ketiga dari depan) =59,2 °C. Pada lapisan bawah suhu tertinggi terjadi pada baris S2 (baris kedua dari depan) 51,9 °C.

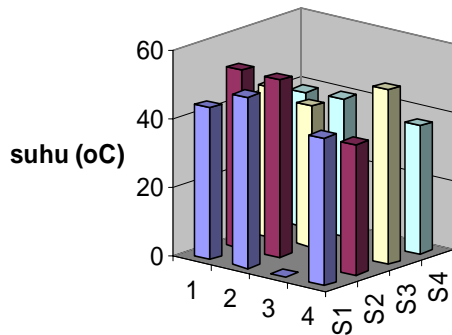
Suhu terendah lapisan atas terjadi pada baris S1 = 38,9 °C, sedangkan pada lapisan bawah microwave suhu terendah terjadi pada baris S2 = 37,3 °C.



Profil temp lapisan 2  
 Menit 5

S1	S2	S3	S4
44.1	51.2	55.1	45.3
38.9	61.9	48.2	44
40.9	53.4	56.1	41.5
39.7	53	59.2	40.2

**profil temp lapisan 1 menit kelima**



profil temp lapisan 1 menit 5

S1	S2	S3	S4
44	51.9	43.7	39.3
49.7	51.6	40.9	40
N/A			
43	38.1	50.9	37.3

## DAFTAR PUSTAKA

APV, Electroheat Technologies in Food Processing: Marketing Bulletin, England

Jones, P.L and Rowley, A.T. 1996, Dielectric Drying 14(5), Journal of Drying Technology 1063-1098