

**STUDI EKSPERIMEN TENTANG KUALITAS SIFAT FISIS KERTAS
PEMBUNGKUS SEMEN**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Jurusan Fisika Sebagai Salah Satu
Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh

**RINI ASISKA SARI
NIM. 12790**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

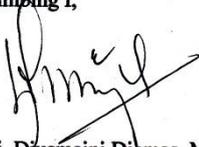
PERSETUJUAN SKIRPSI

Judul : Studi Eksperimen Tentang Kualitas Sifat Fisis Kertas
Pembungkus Semen
Nama : Rini Asiska Sari
NIM : 12790
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 6 Agustus 2014

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Hj. Dhusmaini Djasas, M.Si
Nip. 19530309 198003 2 001

Pembimbing II,



Dra. Yenni Darvina, M.Si
Nip. 19630911 198903 2 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Rini Asiska Sari
NIM : 12790
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

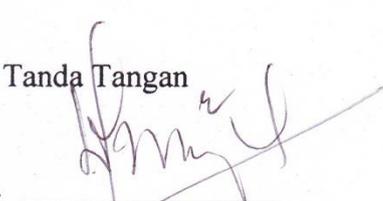
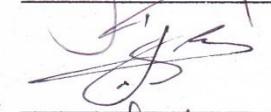
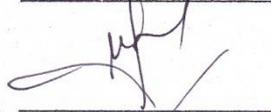
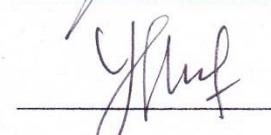
dengan judul

STUDI EKSPERIMEN TENTANG KUALITAS SIFAT FISIS KERTAS PEMBUNGKUS SEMEN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si	2. 
3. Anggota	: Dra. Syakbaniah, M.Si	3. 
4. Anggota	: Dra. Gusnedi, M.Si	4. 
5. Anggota	: Yohandri, M.Si, Ph.D	5. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat lain yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Agustus 2014

Saya yang menyatakan,



Rini Asiska Sari

ABSTRAK

Rini Asiska Sari: Studi Eksperimen Tentang Kualitas Sifat Fisis Kertas Pembungkus Semen

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh menurunnya kualitas kertas kraft yang digunakan sebagai kemasan kantong semen. Kertas kraft sebagai kemasan kantong semen tidak lagi kuat seperti yang diharapkan. Pada saat *handling* atau penurunan semen, kemasan mudah cacat atau mudah sobek. Oleh karena itu dibutuhkan jenis kertas kraft yang baik yang dapat digunakan sebagai kemasan kantong semen. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk membandingkan sifat fisis kertas kraft jenis *segezha 90 gsm* dan *mondi90 gsm* akibat variasi suhu. Diharapkan melalui penelitian ini diketahui jenis kertas mana yang baik digunakan sebagai kemasan kantong semen.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Pengambilan datanya dilakukan di Laboratorium Bahan Kertas, Biro Jaminan Kualitas, PT Semen Padang pada bulan Januari 2014. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi suhu dari kertas kraft jenis *segezha 90 gsm* dan *mondi 90 gsm* yang dimulai dari suhu 80°C, 90°C, 100°C dan 110°C. Variabel terikatnya adalah sifat-sifat fisis dari kertas kraft (gramatur, daya serap air, ketahanan sobek, daya regang, *tensile energy absorption* (TEA), dan daya tembus udara). Sedangkan variabel kontrolnya adalah luas kertas untuk masing-masing jenis kertas sama.

Hasil penelitian sifat fisis kertas jenis *segezha 90 gsm* dan *mondi 90 gsm* akibat variasi suhu adalah sebagai berikut: untuk *segezha 90 gsm* nilai gramatur, ketahanan sobek, daya regang, kadar air dan daya tembus udara menurun. Sedangkan nilai daya serap air dan *tensile energy absorption* (TEA) meningkat akibat dari kenaikan suhu. Untuk *mondi 90 gsm* nilai gramatur, ketahanan sobek, daya regang dan kadar air menurun. Sedangkan nilai daya serap air, *tensile energy absorption* (TEA) dan daya tembus udara meningkat akibat dari kenaikan suhu. Kertas yang baik adalah kertas yang perubahan sifatnya kecil. Dari hasil penelitian diperoleh sifat kertas kraft *segezha 90 gsm* lebih baik dari pada *mondi 90 gsm* dari segi sifat fisis gramatur, daya serap air, ketahanan sobek, daya regang dan kadar air. Sedangkan kertas kraft *mondi* lebih baik dari pada *segezha 90 gsm* dari segi *tensile energy absorption* (TEA). Karena kertas *segezha 90 gsm* ini memiliki banyak kelebihan dari pada *mondi 90 gsm* maka untuk pemakaian sebaiknya digunakan kertas *segezha 90 gsm*.

Kata kunci: *Kertas Kraft, Kantong Semen, Sifat Fisis*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang maha memiliki ilmu dan maha luas ilmu-Nya berkat rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul “*Studi Eksperimen Tentang Kualitas Sifat Fisis Kertas Pembungkus Semen*”. Salawat beriring salam semoga tercurah kepada Rasulullah SAW, sahabat-sahabatnya, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata Satu di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Kelancaran kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak baik secara moril maupun secara materil. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si sebagai pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, saran dan tenaga serta kesabarannya untuk membimbing penulis dalam kegiatan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dra.Yenni Darvina, M.Si sebagai pembimbing II sekaligus yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si, Bapak Drs. Gusnedi, M.Si dan Bapak Yohandri, M.Si, Ph.D sebagai tim dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada penulis.

4. Bapak Drs. Akmam, M.Si selaku ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si. sebagai Ketua Prodi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Febri Maulana, S.Si selaku pembimbing di Perusahaan.
7. Bapak Asril A. selaku kepala urusan Labolatorium aplikasi Bahan, Bapak Darwas, Bapak Rezko dan yang tak bisa disebut satu persatu.
8. Kepada seluruh staf pengajar Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membekali ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
9. Rekan-rekan Fisika 2009 dan semua pihak yang telah memberi motivasi, saran dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Khusus dan teristimewa kepada kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa untuk penulis.

Semoga semua bantuan, bimbingan, dan arahan yang telah diberikan kepada penulis dapat menjadi amal ibadah disisi Allah SWT dan mendapat balasan yang setimpal. Amiin. Skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan yang tidak penulis sadari. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan isi skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Padang, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Perumusan Masalah	5
D. Pertanyaan Penelitian	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Kontribusi Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Pengertian Kertas	7
B. Dimensi Serat Pada Kertas Kraft	8
C. Sifat-Sifat Fisis Kertas Kraft.....	9
D. Persyaratan Mutu	19
E. Pengaruh Suhu Terhadap Sifat Fisis Kertas Kraft Sebagai Pembungkus Semen	20
F. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerusakan Kertas Sebagai Kemasan	23
G. Proses Pemansan Kertas Kraft Menggunakan <i>Microwave</i> <i>Oven</i>	24

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	A. Rancangan Penelitian	26
	B. Tempat dan Waktu Penelitian	27
	C. Alat dan Bahan Penelitian	27
	D. Variabel Penelitian	27
	E. Prosedur Penelitian.....	34
	F. Teknik Pengumpulan Data.....	39
	G. Teknik Analisa Data.....	40
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Hasil Penelitian	41
	B. Analisa Data	43
	C. Pembahasan.....	52
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan.....	61
	B. Saran.....	61
	DAFTAR PUSTAKA	62
	LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persyaratan Mutu Kertas Kraft untuk Kantong Semen	19
2. Jenis Pengujian dan Ukuran Sampel	38
3. Data Pengujian Sifat-Sifat Fisis Kertas Jenis Segezha 90 gsm.....	41
4. Data Pengujian Sifat-Sifat Fisis Kertas Jenis Segezha 90 gsm.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tegangan Tarik	11
2. Regangan (<i>Strain</i>)	12
3. tegangan-regangan	14
4. Neraca Analitik	27
5. Bagian-bagian Alat dari Penentuan Uji Daya Serap Cobb-60.....	28
6. Digitear.....	28
7. Horizontal Tensile Tester.....	29
8. Gurley Densometer	29
9. Bursting Test.....	30
10. Desicator	30
11. Oven.....	31
12. Kertas Kraft jenis <i>Mondi 90 gsm</i>	32
13. Kertas Kraft Jenis <i>Segezha 90 gsm</i>	32
14. Perbandingan Nilai Serap Air Terhadap Variasi Suhu	43
15. Perbandingan Nilai Ketahanan Sobek Untuk Arah Mesin (AM)	44
16. Perbandingan Nilai Ketahanan Sobek Terhadap Variasi Suhu.....	45
17. Perbandingan Nilai Daya Renggang AM(Arah Mesin) terhadap Variasi Suhu	45
18. Perbandingan nilai daya renggang untuk SM (Silang Mesin) terhadap variasi suhu	46
19. Perbandingan nilai ketahan Tarik untuk AM(Arah Mesin)	47
20. Perbandingan nilai ketahanan tarik untuk SM (Silang Mesin)	47
21. Perbandingan nilai <i>Tensile Energy Absorption (TEA)</i> untuk AM (Arah Mesin)	48
22. Perbandingan nilai <i>Tensile Energy Absorption (TEA)</i> untuk SM (Silang Mesin)	49
23. Perbandingan nilai Daya Tembus udara terhadap variasi suhu	49

24. Perbandingan nilai Daya Retak untuk Front (depan) terhadap variasi suhu	50
25. Perbandingan nilai Daya Retak untuk Back (Belakang) terhadap variasi suhu	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pengujian Sifat Fisis Kertas Kraft Menggunakan Jenis Kertas <i>Segezha</i> 90 GSM.....	65
2. Pengujian Sifat Fisis Kertas Kraft Menggunakan Jenis Kertas <i>Mondi</i> 90 GSM.....	69
3. Pengujian Kertas Mondy E - 90 Gsm, Kondisi Pemanasan Pada Suhu 90 °C.....	74
4. Pengujian Kertas Mondy E - 90 Gsm, Kondisi Pemanasan Pada Suhu 100 °C.....	79
5. Pengujian Kertas Mondy E - 90 Gsm, Kondisi Pemanasan Pada Suhu 110 °C.....	85

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat. Kompresi berasal dari pulp yang telah mengalami pengerjaan penggilingan ditambah beberapa bahan tambahan yang saling menempel dan jalin menjalin. Serat yang digunakan biasanya adalah alami, dan mengandung selulosa dan hemiselulosa. Kertas dikenal sebagai media utama untuk menulis, mencetak serta melukis. Kegunaan lain dari kertas adalah untuk pembersih (*tissue*), untuk pembungkus dan kemasan, seperti kemasan kantong semen.

Adanya kertas merupakan revolusi baru dalam dunia tulis menulis yang menyumbangkan arti besar dalam peradaban dunia. Sebelum ditemukan kertas, bangsa dahulu menggunakan batu tulis dari tanah lempung yang dibakar. Proses pembuatan kertas dapat dilakukan dengan mengubah bahan baku serat menjadi pulp dan kertas. Proses pembuatannya adalah persiapan bahan baku, pembuatan pulp (secara kimia, semikimia, mekanik atau limbah kertas), pemutihan, pengambilan kembali bahan kimia, pengeringan pulp dan pembuatan kertas.

Proses yang membutuhkan energi paling tinggi adalah proses pembuatan pulp dan proses pengeringan kertas (Britt, 1990). Kertas terdiri dari berbagai jenis seperti kertas buku, kertas karton dan kertas kraft. Kertas kraft adalah kertas yang dibuat khusus dari pulp. Kertas kraft mempunyai ciri-ciri berwarna kecoklatan, kertasnya dibuat berdasarkan proses sulfat. Proses kraft atau sulfat merupakan teknik pemasakan kayu dengan bahan kimia pemasak berupa alkali. Proses ini merupakan dasar dari modifikasi proses pulping alkali.

Bahan kimia yang digunakan pada proses ini adalah NaOH dengan penambahan Na₂S sebagai bahan pemasak aktif (Fengel dan Wegener, 1995). Jadi pada proses pembuatan kertas kraft menggunakan bahan kimia sebagai bahan pemasak aktif. Kelebihan dari kertas kraft yaitu dihasilkan serat yang kuat. Kertas kraft menghasilkan kertas lebih kuat karena pulpnya menghasilkan ikatan antar serat yang lebih besar. Karena sifatnya yang kuat kertas kraft sering digunakan sebagai kemasan pembungkus semen, salah satunya di PT Semen Padang.

PT Semen Padang adalah salah satu perusahaan dengan produk utama menghasilkan semen. Untuk dapat menghasilkan semen dengan kualitas yang terbaik di PT Semen Padang dilakukan beberapa pengujian terhadap semen. Tidak hanya itu, di PT Semen Padang juga melakukan pengujian kertas dimana pengujian ini untuk mengetahui apakah kertas yang berfungsi sebagai pembungkus semen memiliki ketahanan yang baik atau tidak. Jenis kertas yang diuji di PT Semen Padang ada dua jenis yaitu kertas jenis *segezha* 70 gsm dan kertas jenis *mondi* 70 gsm.

Jenis kertas ini dapat dibedakan menurut fungsi, tekstur, ukuran, ketebalan dan warnanya. Kertas *segezha* 70 gsm lebih halus permukaannya dibandingkan dengan *mondi* yang permukaannya lebih kasar dan cukup keras. Kertas *segezha* berwarna coklat muda sedangkan kertas *mondi* 70 gsm berwarna coklat tua. Perbedaan ini dikarenakan proses pulp yang berbeda mempengaruhi kualitas masing-masing kertas kraft. Sebagai kemasan kantong semen kertas kraft harus memiliki karakterisasi sifat fisis yang kuat dan fleksibel. Pada saat *packer* (penuangan semen ke dalam kantong) dan *handling* (penurunan semen dari truk)

diharapkan kertas tidak mudah lapuk dan sobek walaupun suhunya berubah-ubah seperti mengalami pemanasan sampai suhu 100°C pada saat *packer*, menurun lagi sampai suhu 60°C saat *handling*, dan mencapai suhu kamar (25°C) saat disimpan di gudang, diharapkan kertas kantong semennya tidak mengalami kerusakan.

Kenyataan di lapangan terjadi penurunan kualitas kantong semen dalam pemakaiannya. Berdasarkan hasil *interview* yang penulis lakukan dengan salah satu kepala staff Biro Jaminan Kualitas Penunjang di Laboratorium Kualitas Bahan PT Semen Padang yaitu Bapak Febri Maulana, S.Si menyatakan bahwa “Terjadi penurunan kualitas kertas kraft pada akhir-akhir ini, dimana kertas kraft sebagai kemasan kantong semen tidak lagi kuat seperti yang diharapkan, pada saat *handling* atau penurunan semen kemasan mudah cacat atau mudah sobek” .

Selanjutnya, perlu penelitian tentang kualitas pembungkus yang digunakan terutama dari sisi sifat fisisnya, karena semen selama pemakaian kertas pembungkus mengalami perubahan suhu yang beragam, yaitu mulai dari suhu kamar 25°C sampai dan ketika semen dimasukkan kedalam kertas pembungkus suhu semen berkisar dari 90°C sampai 95°C . Maka perlu penelitian tentang suhu dan sifat fisis kertas kraft sebagai pembungkus. Variasi suhu yang direncanakan sesuai dengan keadaan yang dialami kertas kantong semen pada kisaran suhu sebelum dan setelah di masukan semen yaitu mulai dari suhu 80°C sampai dengan 110°C .

Berdasarkan beberapa sumber di atas penulis tertarik untuk melakukan pengujian tentang karakteristik kertas. Disini penulis lebih memfokuskan pada jenis kertas kraft untuk kantong semen. Dalam pengujian ini penulis tidak

melakukan pembuatan kertas, tetapi hanya pengujian terhadap karakterisasi kertas kraft. Pengujian kertas kraft ini menggunakan dua jenis kertas kraft yaitu *segezha 90 gsm* dan *mondi 90 gsm*, dengan tujuan dapat membandingkan manakah jenis kertas kraft yang memiliki ketahanan lebih baik untuk kantong semen.

Untuk sifat-sifat fisis kertas yang penulis teliti sesuai dengan uji karakterisasi kertas sesuai yang dilakukan di PT Semen Padang (SNI 0498: 2010). Diantaranya gramatur, ketahanan sobek, daya regang, *tensile energy absorption* (TEA), daya serap air, dan daya tembus udara. Gramatur diuji untuk mengetahui massa dari kertas kraft, ketahanan sobek diuji untuk mengetahui kekuatan kertas kraft apabila terjadi penyobekan, daya regang diuji untuk mengetahui kekuatan kertas kraft ketika ditarik, *Tensile Energy Absorption* (TEA) diuji untuk mengetahui jumlah energi yang diserap oleh kertas kraft ketika terjadinya penarikan, daya serap air diuji untuk mengetahui berat kertas kraft sebelum dan sesudah terjadinya penyerapan, dan daya tembus udara diuji untuk mengetahui jumlah waktu yang diperlukan oleh 100 mL udara dalam menembus kertas kraft.

Kertas yang digunakan PT Semen Padang saat ini adalah kertas jenis *Mondi 70 gsm* dan *Billerud 70 gsm*. Guna menambah jenis kertas kraft yang lebih berkualitas PT Semen Padang menambah jenis kertas *Mondi 90 gsm* dan *Segezha 90 gsm*. Untuk itu, penulis melakukan uji coba pada jenis kertas *Mondi 90 gsm* dan *Segezha 90 gsm*. Jenis kertas ini dapat dibedakan menurut fungsi, tekstur, ukuran, ketebalan dan warnanya. Terkait dengan uraian diatas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “*Studi Experimen Tentang Kualitas Sifat Fisis Kertas Pembungkus Semen*”.

B. Batasan Masalah

Agar lebih fokusnya masalah dalam penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah:

1. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas kraft *Segezha 90 gsm* dan *Mondi 90 gsm* yang terdapat dilaboratorium PT Semen Padang.
2. Kualaitas kertas kraft yang diteliti yaitu: gramatur, ketahanan sobek, ketahanan retak, daya regang, daya serap air, *tensile energy absorption* (TEA), daya tembus udara, uji ketebalan dan uji kadar air. Kertas disimpan selama 1jam dengan variasi suhu dari 80⁰C, 90⁰C, 95⁰C, 100⁰C, dan 110⁰C.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ditemukan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahannya dalam penelitian yaitu: Kertas kraft manakah yang memiliki kualitas yang baik untuk digunakan sebagai pembungkus semen.

D. Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan dari penelitian ini adalah bagaimanakah perbandingan sifat fisis kertas kraft jenis *Segezha 90 gsm* dan *Mondi 90 gsm* akibat variasi suhu?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah: Untuk menyelidiki kertas kraft manakah yang memiliki kualitas yang baik sebagai kertas pembungkus semen.

F. Kontribusi Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Peneliti, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, serta menambah wawasan dan pemahaman peneliti mengenai kualitas kertas kraft kantong semen.
2. Laboratorium Fisika Material UNP, sebagai pengembangan penelitian untuk mendapatkan kualitas bahan kertas kraft sebagai kemasan kantong semen.
3. Laboratorium Kualitas Bahan PT Semen Padang, sebagai referensi penelitian untuk mendapatkan kualitas bahan kertas kraft sebagai kemasan kantong semen.
4. Pembaca, dijadikan sebagai informasi dan acuan.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Pengertian Kertas

Kertas merupakan kemasan yang pertama ditemukan sebelum plastik dan logam. Saat ini kemasan kertas masih banyak digunakan dan mampu bersaing dengan kemasan lain seperti plastik dan logam karena harganya yang murah, mudah diperoleh dan penggunaannya yang luas (Fengel dan Wegenel, 1995). Menurut kamus Bahasa Indonesia, kertas adalah batang lembaran yang dibuat dari bubur rumput, jerami, kayu, dan sebagainya yang biasa ditulis atau untuk kertas pembungkus. Selain itu, kertas juga berfungsi sebagai media komunikator dan media cetak.

Kelemahan kemasan kertas untuk mengemas adalah sifatnya yang sensitif terhadap air dan mudah dipengaruhi oleh kelembaman udara lingkungan. Proses pembuatan kertas dapat dilakukan dengan mengubah bahan baku serat menjadi pulp dan kertas. Untuk proses pembuatannya adalah persiapan bahan baku, pembuatan pulp (secara kimia, semikimia, mekanik atau limbahkertas), pemutihan, pengambilan kembali bahan kimia, pengeringan pulp dan pembuatan kertas. Proses yang membutuhkan energi paling tinggi adalah proses pembuatan pulp dan proses pengeringan kertas (Britt, 1990).

Sifat-sifat kemasan kertas sangat tergantung pada proses pembuatan dan perlakuan tambahan pada proses pembuatannya. Kemasan kertas dapat berupa kemasan fleksibel atau kemasan kaku (Dedi Dermawan, 2007). Jenis kemasan kertas yang dapat digunakan sebagai kemasan fleksibel adalah kertas kraft dan

kertas tahan lemak (*grease proof*). Glassin dan kertas lilin (*waxed paper*) atau kertas yang dibuat dari modifikasi kemasan kertas fleksibel.

B. Dimensi Serat Kertas Kraft

Kertas terdiri dari selulosa yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Serat pada kertas mempunyai panjang, lebar dan dinding yang bervariasi, tergantung pada jenis dan posisinya dalam suatu pohon serta lokasi tumbuhnya. Pembuatan kertas merupakan suatu proses penyusunan serat ke dalam bentuk lembaran. Selama proses tersebut, air dikeluarkan dari jaringan serat, sehingga terjadi ikatan antar serat yang semakin rapat dan disertai perubahan bentuk serat menjadi pipih. Kekuatan ikatan serat merupakan fungsi dari luas dan intensitas ikatannya (Sidebang, 2008)

Peranan dimensi serat sebagai bahan baku serat mempunyai hubungan satu sama lain yang kompleks dan mempunyai pengaruh yang mendasar terhadap sifat fisis kertas kraft seperti densitas, kekuatan, fleksibilitas, kelicinan, porositas. Panjang serat ini bervariasi tergantung pada ketinggian pohon, diameter, umur dan tipenya (Birt, 1990). Pada umumnya serat panjang menghasilkan kertas yang mempunyai kekuatan sobek yang tinggi dan dalam batas-batas tertentu menghasilkan kertas dengan kekuatan tarik, kekuatan retak dan kekuatan lipat yang tinggi.

Serat panjang memberikan titik tangkap yang luas terhadap gaya yang mengenainya, sehingga dapat menahan gaya yang lebih besar (Soenardi, 1974). Sifat kekuatan kertas yang lain tersebut (kekuatan tarik, lipat dan retak) lebih cenderung dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antar serat dari pada dengan panjang serat.

C. Sifat-Sifat Fisis Kertas Kraft (SNI 0498-2010)

Menurut (SNI 0498-2010) tentang kertas kraft untuk kantong semen memiliki sifat-sifat fisis antara lain: Gramatur, ketahanan sobek, ketahanan tarik, daya renggang, *Tensile Energy Absorption* (TEA), ketahanan retak, daya serap air, dan daya tembus udara.

1. Gramatur

Gramatur adalah massa dari satuan luas tertentu pada kertas atau karton yang ditetapkan melalui cara uji yang spesifik (g/m^2). Gramatur diuji untuk mengetahui massa dari kertas kraft (Nasution, 2003). Nilai gramatur menunjukkan pada ketebalan kertas, makin tinggi nilai gramatur, semakin tebal kertasnya. Selain itu gramatur juga dipengaruhi oleh: kerapatan, luas permukaan, dan suhu disekitarnya. Gramatur ditentukan dengan menimbang contoh bahan dan membagi bobot dengan luasannya melalui persamaan berikut:

$$\text{Gramatur (g/m}^2\text{)} = \frac{m}{A} \dots\dots\dots (1)$$

2. Ketahanan Sobek (*Tearing Strength*)

Ketahanan Sobek adalah gaya dalam milinewton (mN) yang diperlukan untuk menyobekkan kertas pada keadaan standar. Ikatan antar serat turut berpengaruh terhadap ketahanan sobek lembaran pulp (Nasution, 2003). Ketahanan sobek lembaran pulp meningkat seiring dengan peningkatan ikatan antar serat sampai pada batas tertentu saat masing-masing serat mengalami tarikan antar molekul yang sangat kuat sehingga ikatan antar keduanya mudah putus. Gaya ini menyebabkan antara zat yang satu dengan yang lain tidak dapat

menempel karena molekulnya saling tolak menolak. Didalam fisika gaya seperti ini disebut *gaya kohesi*.

Ketahanan sobek dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ketahanan Sobek (mN)} = \frac{F \times P \text{ (mN)}}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

F = Gaya yang diperlukan untuk menyobek kertas (mN)

P = faktor pendulum (biasanya 2, 4, 8, 16, 32, 64)

Sektor pendulum dengan kapasitas 2000 mN, 4000 mN, 8000 mN, 16000 mN, 32000 mN, 64000 mN

n = jumlah lembar contoh uji

3. Tegangan tarik kertas (*Tensile Stress*)

Uji tarik merupakan salah satu uji *stress-strain* yang bertujuan mengetahui kekuatan benda terhadap gaya tarik. Dengan melakukan uji tarik dapat diketahui reaksi benda terhadap tenaga tarikan dan sejauh mana material dapat bertambah panjang (Darmono, 1998). Kekuatan tarik menunjukkan ukuran ketahanan benda, yaitu regangan maksimal yang dapat diterima sampel sebelum putus.

Kekuatan tarik penting diketahui untuk mengetahui sifat mekanik bahan sehingga dapat digunakan dalam aplikasi struktur. Bahan yang diaplikasikan harus memiliki sifat mekanik yang baik, tidak getas dan tidak higrokopis, serta memiliki kelenturan (elastis). Menurut Sudjana elastisitas merupakan sifat benda yang menghambat perubahan bentuk atau deformasi sehingga benda kembali ke bentuk semula setelah gaya yang diberikan padanya dihilangkan, sedangkan benda yang telah mengalami deformasi dan tidak dapat kembali ke bentuk semula disebut dengan benda *plastis* atau tidak *elastis*.

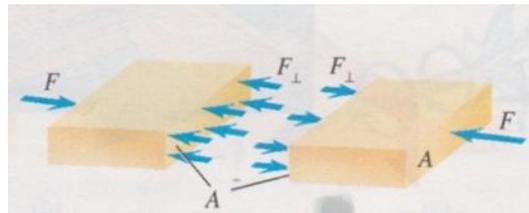
Semua benda dapat mengalami perubahan bentuk (deformasi). Sangatlah mungkin untuk mengubah bentuk atau ukuran (keduanya) dari sebuah benda dengan mengerjakan gaya eksternal padanya. Tekanan adalah besaran yang sebanding dengan gaya yang menyebabkan deformasi, lebih jelasnya, tekanan adalah gaya eksternal yang bekerja pada setiap satuan luas penampang silang melintang (Serway, 2009).

Kekuatan tarik adalah gaya yang dibutuhkan dengan mematahkan suatu sampel atau besar beban maksimum persatuan daerah penampang awal dari bahan sampel (kartini, 2002). Kekuatan tarik ini berbeda dengan keuletan, dimana keuletan merupakan ketahanan suatu bahan terhadap menahan deformasi plastik sampai terjadi patahan.

a. Tegangan (*Stress*)

Tegangan yang diperlukan untuk menyebabkan perpatahan pada bahan disebut tegangan patah, kekuatan maksimum (*ultimate strength*) atau kekuatan tarik (untuk tegangan tarik). Untuk setiap jenis deformasi terdapat suatu besaran yang disebut tegangan (*stress*). Tegangan menyatakan kekuatan dari gaya-gaya yang menyebabkan penarikan, peremasan atau pemuntiran, dan biasanya dinyatakan dalam bentuk gaya (F) persatuan luas (A) (Young, 2002). Lebih jelasnya, σ regangan (pascal) adalah F gaya eksternal (Nm^{-2}) yang bekerja pada setiap satuan A luas penampang (m^2).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3)$$



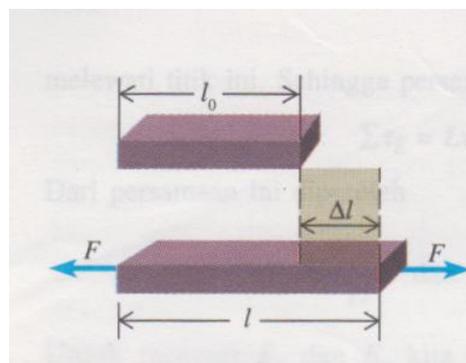
Gambar 1. Tegangan Tarik

Sumber: (Young,2002)

Kekuatan tarik adalah tegangan yang dibutuhkan untuk mematahkan suatu sampel atau besar beban maksimum persatuan daerah penampang awal dari bahan sampel (Kartin, 2002). Gambar 1 memperlihatkan penampang di sepanjang batang. Bagian di sebelah kanan ditarik kekiri oleh gaya F dan sebaliknya terjadi untuk bagian batang kiri. Gaya bekerja dalam arah yang tegak lurus terhadap penampang melintang, gaya-gaya pada setiap penampang melintang terdistribusi homogen di sepanjang penampangnya (Young, 2002).

b. Regangan (*Strain*)

Perubahan panjang atau perpanjangan (*elongation*) dari sebuah benda yang mengalami tegangan tarik disebut dengan regangan tarik (*tensile strain*). Regangan diperlihatkan sebagai *persentase* perpanjangan, seberapa besar pertambahan panjang benda sebelum mengalami putus (Young, 2002).



Gambar 2. Regangan (*Strain*)

Sumber: (Young:2002)

Gambar 2 menjelaskan bahwa sebuah batang dengan panjang sebelum ditarik l_0 yang kemudian memanjang menjadi $l=l_0 +\Delta l$ saat gaya-gaya F yang sama besar dan arahnya berlawanan dilakukan pada ujung-ujungnya. Perpanjangan Δl tidak hanya terjadi pada ujung-ujungnya, setiap bagian batang akan memanjang dengan perbandingan yang sama. Regangan tarik didefinisikan sebagai perbandingan perpanjangan Δl terhadap panjangnya semula l_0 (Young, 2002):

$$\varepsilon = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (4)$$

Regangan tarik adalah perpanjangan putus persatuan luas. Ini merupakan perbandingan dua panjang yang selalu diukur pada satuan yang sama sehingga bilangan murni tanpa satuan (dimensi).

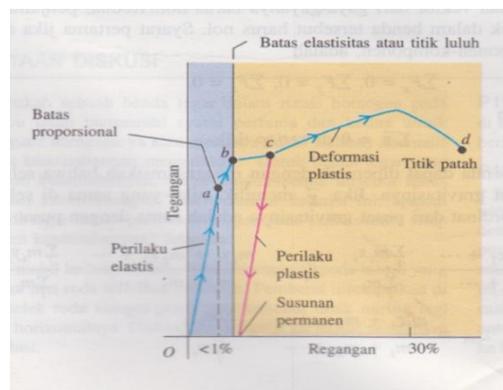
c. Modulus Young (Elastisitas Panjang)

Tekanan adalah regangan, yang merupakan sebuah ukuran dari tingkat deformasi. Didapati bahwa, untuk tekanan yang cukup kecil, regangan setara dengan tekanan; konstanta kesebandingan ini bergantung jenis bahan yang sedang mengalami deformasi serta sifat deformasinya . Konstanta kesebandingan ini disebut dengan modulus elatisitas. Oleh karena itu, modulus elastisitas dijelaskan sebagai perbandingan tegangan terhadap regangan yang dihasilkan (Serway, 2009):

$$Y = \frac{\text{Tegangan}}{\text{regangan}} = \frac{F/A}{\Delta L/l_0} \quad (5)$$

Satuan modulus young sama dengan satuan untuk tegangan, yaitu gaya persatuan luas.

Sifat mekanik bahan bergantung pada sifat bahan penyusunnya, semakin tinggi kerapatan ikatan silang maka modulus akan semakin besar (perpanjangan akan semakin berkurang) dalam keadaan karet (Steven, 2001). Jika suatu benda yang ditarik mengalami mulur (*extension*), maka terdapat hubungan antara pertambahan panjang dengan gaya yang diberikan. Jika gaya persatuan luasan disebut dengan tegangan dan pertambahan panjang disebut regangan maka hubungan ini dinyatakan dengan gambar tegangan dan regangan (Young, 2002)



Gambar 3. Tegangan-regangan
Sumber: (Young, 2002)

Dari titik asal 0 ke suatu titik yang disebut batas proporsional masih merupakan garis lurus. Pada daerah ini berlaku hukum Hooke, bahwa tegangan sebanding dengan regangan. Kesebandingan ini berakhir pada batas proporsional. Dari a ke b tegangan dan regangan tidak lagi sebanding, dan hukum Hook tidak lagi berlaku. Ini berarti bila tegangan yang bekerja pada bahan dihilangkan maka kawat kembali seperti keadaan semula, sehingga di titik ini tidak terjadi perubahan struktur bahan (Laintarawa, 2009).

Dalam daerah *Ob* bahan memperlihatkan perilaku elastis. Titik *b* pada akhir daerah ini disebut titik luluh (*yield point*), sedangkan tegangan pada titik

luluh disebut batas elastisitas. Batas elastis merupakan batas tegangan bahan tidak kembali lagi ke bentuk semula apabila beban dilepas tetapi akan terjadi deformasi tetap yang disebut permanen set. Untuk banyak material, nilai batas proporsional dan batas elastik hampir sama. Untuk membedakannya, batas elastik selalu hampir lebih besar daripada batas proporsional. Ini berarti bahwa setelah titik ini dilampaui maka bahan sudah menjadi tidak elastis atau tidak bisa kembali seperti semula, setelah titik ini dilampaui maka struktur bahan berubah.

Apabila beban dihilangkan pada suatu titik setelah titik *b*, misalnya titik *c*, maka bahan tidak akan kembali ke panjangnya semula. Bahan kemudian menelusuri garis merah, disini bahan mengalami deformasi *irreversible* dan mencapai susunan permanen. Peningkatan beban (tegangan) lebih lanjut setelah titik *c*, sampai titik *d* tercapai pada saat terjadi perpatahan (*fracture*). Prilaku bahan dari *b* ke *d* disebut aliran plastis atau deformasi plastis (Young, 2002).

Selain itu kekuatan tarik kertas juga dipengaruhi oleh beberapa faktor serat, antara lain (Saranah, 2002):

- 1) Arah serat dalam lembaran pulp, dimana nilai ketahanan tarik lembaran pulp akan lebih tinggi jika arah seratnya sejajar dengan arah tarikannya.
- 2) Ikatan antarserat, makin besar kekuatan ikatan antarserat maka ketahanan tarik lembaran pulp makin besar.

Nilai kekuatan tarik bahan dapat dihitung dengan Persamaan:

$$\text{Tegangan tarik (kg/cm}^2\text{)} = \frac{16}{N} \times \frac{\text{Nilai Beban Tarik}}{A \text{ cm}^2} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

N = Jumlah contoh uji untuk setiap pengujian

A = Luas permukaan yang mendapat beban (1,5 cm x tebal bahan cm)

Pada alat bekerja tidak hanya beban tarik yang diukur, pada saat yang bersamaan diukur pula perpanjangan putus (*elongasi*) untuk daya regang pada contoh bahan. Persentase perpanjangan putus dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Perpanjangan putus (\%)} = \frac{\text{Perpanjangan Contoh Uji}}{\text{Panjang Contoh Uji (180 mm)}} \times 100 \% \dots\dots\dots (7)$$

Nilai 180 mm adalah jarak antara kedua klem penjepit (atas dan bawah) sehingga contoh uji yang mendapat beban tarik adalah sepanjang 180 mm.

4. *Tensile Energy Absorption* (TEA)

Tensile Energy Absorption (TEA) adalah jumlah energi persatuan luas permukaan (panjang uji x lebar uji) dari kertas atau karton yang diserap selama penarikan contoh uji sampai putus. *Tensile energy absorption* (TEA) diuji untuk mengetahui jumlah energi yang diserap oleh kertas kraft ketika terjadinya penarikan (Nasution, 2003). Nilai *Tensile Energy Absorption* (TEA) diperoleh bersamaan dengan gaya tarik dan *elongasi* secara terus menerus dilakukan maka nilai TEA akan terbaca.

5. Ketahanan Retak (*Bursting Test*)

Didefinisikan sebagai tekanan hidrostatik dalam kilopascal atau psi yang dibutuhkan untuk meretakkan suatu bahan saat tekanan ditingkatkan pada kecepatan konstan oleh karet diafragma bundar dengan diameter 30,5 mm (T-404-cm-92). Sifat fisik ini dianggap penting yang biasa digunakan untuk menahan beban sangar berat. . Ketahanan retak sangat tergantung pada gramatur lembaran,

atau secara matematis dapat dinyatakan bahwa ketahanan retak adalah fungsi gramatur (Erik Persson, 2007).

Dalam hal ini nilai kekuatannya tergantung pada: 1) Lembaran pulp yang tersusun oleh serat-serat panjang akan memiliki kekuatan retak yang lebih tinggi, 2) Ikatan antarserat makin besar kekuatan ikatan antarserat maka ketahanan retak lembaran pulp makin besar (Nursyamsu, 1993). Kekuatan ikatan antarserat sangat dipengaruhi oleh proses fibrilasi. Dengan kata lain, gaya tarik menarik antar molekul yang berbeda jenis yang menyebabkan antara zat yang satu dengan yang lain dapat menempel dengan baik karena molekulnya saling tarik menarik atau merekat, sering disebut *gaya adhesi*.

6. Daya Serap Air (*Metode Cobbx*)

Daya Serap Air (metode Cobbx) adalah jumlah gram air yang diserap oleh satu meter persegi lembaran kertas atau karton dalam waktu penyerapan selama x detik, diukur pada kondisi standar. Daya serap air diuji untuk mengetahui berat kertas kraft sebelum dan sesudah terjadinya penyerapan. Nilai daya serap air dapat dihitung dengan Persamaan:

$$\text{Daya serap air (g/m}^2\text{)} = \frac{(a-b)\text{gram}}{\text{cm}^2} \times F \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- a = Massa tiap lembar contoh uji sesudah dibasahi (gram)
- b = Massa tiap lembar contoh uji sebelum dibasahi (gram)
- c = Luas daerah uji, dinyatakan dalam meter persegi (m²)
- F = Faktor konversi terhadap satuan luas daerah uji (konstanta)

7. Daya Tembus Udara (*Porositas*)

Daya tembus udara atau porositas adalah jumlah waktu dalam sekon yang diperlukan oleh 100 mL udara untuk menembus selebar kertas atau karton, berbentuk lingkaran seluas 645 mm^2 , diukur pada kondisi standar. Daya tembus udara atau Porositas ditentukan dengan mengukur daya tahan kertas untuk dilewati sejumlah udara. Nilai porositas kertas dinyatakan dalam detik, berarti semakin lama waktu yang diperlukan untuk mengalirkan udara semakin sedikit jumlah pori-pori pada kertas sehingga porositas semakin rendah.

Nilai porositas yang tinggi menyatakan bahwa bahan tersebut banyak mengandung pori dan rongga udara. Rongga yang banyak ini akan menyebabkan bahan menjadi rapuh dan kekuatannya akan berkurang. Jadi, porositas dapat mencerminkan sifat-sifat bahan tersebut seperti kekuatan patahnya.

Daya tembus udara diuji untuk mengetahui jumlah waktu yang diperlukan oleh 100 ml udara dalam menembus kertas kraft. Nilai daya tembus udara dapat dihitung dengan Persamaan:

$$\text{Daya tembus udara (P)} = \frac{135,5}{t} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

P = Daya tembus udara, (kPa)

t = Waktu rata-rata dalam detik untuk mencapai 100 mL udara (yang terukur pada tanda volume silinder)

Rumus ini berdasarkan pada rata-rata perbedaan tekanan 1,22 kPa, luas pengujian $6,42 \text{ cm}^2$ dan volume udara sesungguhnya yang melewati bahan uji 106 mL, diukur pada tekanan ruang (Smith William F, 1999).

D. Persyaratan Mutu

PT Semen Padang memiliki persyaratan mutu yang digunakan di untuk kondisi ruang pengujian kertas dengan suhu $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ dan *relative humidity* $(50 \pm 2) \%$. Namun apabila kondisi ruang tidak dapat atau sulit dicapai, maka diperkenankan menggunakan kondisi ruang pengujian dengan suhu $(27 \pm 1)^\circ\text{C}$ dan *relative humidity* $(65 \pm 2) \%$. Dengan persyaratan mutu dapat membandingkan hasil penelitian dengan keadaan yang seharusnya. Dalam persyaratan mutu terdapat parameter yang digunakan dalam penelitian serta jenis kertas yang digunakan, yaitu jenis kertas *Mondi 90 gsm* dan *Segezha 90gsm*. Persyaratan mutu kertas kraft untuk kantong semen seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Mutu Kertas Kraft Untuk Kantong Semen

No	Parameter	Satuan	Persyaratan Mutu
1	Gramatur	g/m^2	90
2	Ketahanan sobek AM SM	mN Mn	1324 1422
3	Daya renggang AM SM	% %	6,2 6,0
4	TEA AM SM	J/m^2 J/m^2	232 202
5	Daya tembus udara	s/100 mL	Maks. 20
6	Daya serap air	g/m^2	Maks. 30

Pada Tabel 1 di atas perlu diperhatikan bahwa untuk gramatur toleransinya $\pm 4 \%$, dan untuk angka ketahanan sobek, daya regang dan (*tensile energy absorption*) TEA yang tercantum dalam Tabel 1 merupakan angka minimal yang harus dipenuhi.

E. Pengaruh Suhu Terhadap Sifat Fisis Kertas Kraft Sebagai Kantong Semen

1. Pengaruh Suhu Terhadap Gramatur

Gramatur didefinisikan sebagai massa lembaran kertas dibagi luasnya (m^2) dinyatakan dalam g/m^2 . Kenaikan suhu pemanasan akan menyebabkan perubahan pada sifat fisis kertas kraft, dimana kertas kraft memiliki molekul air yang mengisi setiap rongga pada kertas kraft tersebut, setelah dipanaskan dengan suhu tertentu maka terjadi penguapan dan molekul air semakin berkurang, yang menyebabkan jarak antar partikel makin berjauhan, sehingga massa pada kertas akan menurun dan kertas kraft semakin ringan (Nasution, 2003).

2. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Serap Air

Sifat yang paling utama dari kertas mengalami perubahan sebagai akibat dari variasi kadar air. Kadar air sangat ditentukan oleh *suhu*, semakin tinggi *suhu* semakin kecil kadar air. Hal ini disebabkan karena terjadinya penguapan ketika kertas dipanaskan. Kertas yang baik adalah kertas yang memiliki nilai kadar air rendah (Munawaroh, 1998).

3. Pengaruh Suhu Terhadap Ketahanan Sobek

Kenaikan suhu pemanasan akan menyebabkan perubahan pada nilai sifat fisis kertas kraft yaitu ketahanan sobek. Kertas yang baik adalah kertas yang memiliki ketahanan sobek tinggi (William, 1999). Kenaikan suhu pemanasan akan menyebabkan karakteristik material yang berbeda pula. Menurut penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa “kekuatan material pada suhu tinggi akan menurun karena mobilitas atom bertambah dengan cepat apabila suhu naik, maka

dapat dipahami bahwa proses yang dikontrol oleh difusi mempunyai pengaruh yang sangat berarti pada sifat mekanik suhu tinggi” (William, 1999).

Sifat fisis gramatur yang semakin menurun ketika kenaikan suhu pemanasan yang menyebabkan massa kertas berkurang dan mempengaruhi sifat fisis lainnya seperti sifat fisis ketahanan sobek (Casey,1981). Kekuatan antar serat pada kertas semakin renggang karena mobilitas yang semakin cepat ketika suhu dinaikkan menyebabkan molekul-molekul bergetar semakin cepat.

Molekul yang bergetar akan memiliki energi lebih besar sehingga molekul-molekul ini menjadi lebih panas. Perpindahan panas secara konduksi akibat molekul-molekul tersebut menyebabkan kertas kraft berubah menjadi panas. Kertas kraft yang berubah menjadi panas akan kehilangan kandungan air dan menyebabkan susunan ikatan antar serat berjauhan (Liegey, 2001).

Menurut (SNI 0436:2009) ketahanan sobek juga dipengaruhi oleh gaya yang diberikan ketika kertas disobek. Karena ketahanan sobek itu sendiri adalah gaya dalam milinewton (mN) yang diperlukan untuk menyobek kertas pada kondisi standar. Gaya sobek yang ditimbulkan oleh pendulum bergerak dalam bidang yang tegak lurus terhadap bidang contoh uji. Usaha untuk menyobek kertas (contoh uji) diindikasikan dengan hilangnya energi potensial dari pendulum.

Gaya sobek rata-rata adalah usaha dibagi jarak total, diindikasikan oleh skala pendulum atau tampilan digital. Ketahanan sobek ditentukan dari rata-rata gaya sobek dan jumlah lembaran. Jadi semakin tinggi gaya yang diberikan maka semakin tinggi daya sobek pada kertas (Liegey, 2001).

4. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Regang

Kenaikan suhu pemanasan akan menyebabkan perubahan pada nilai sifat fisis kertas kraft yaitu daya regang. Kertas yang baik adalah kertas yang memiliki daya regang tinggi (William, 1999). Kenaikan suhu pemanasan akan menyebabkan karakteristik material yang berbeda pula. Menurut penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa “kekuatan material pada suhu tinggi akan menurun karena mobilitas atom bertambah dengan cepat apabila suhu naik, maka dapat dipahami bahwa proses yang dikontrol oleh difusi mempunyai pengaruh yang sangat berarti pada sifat mekanik suhu tinggi” (William, 1999).

Hal ini disebabkan karena sifat fisis gramatur yang semakin menurun ketika kenaikan suhu pemanasan yang menyebabkan massa kertas berkurang dan mempengaruhi sifat fisis lainnya seperti sifat fisis daya regang (Casey, 1981). Kekuatan antar serat pada kertas semakin renggang karena mobilitas yang semakin cepat ketika suhu dinaikkan menyebabkan molekul-molekul bergetar semakin cepat. Molekul yang bergetar akan memiliki energi lebih besar sehingga molekul-molekul ini menjadi lebih panas. Perpindahan panas secara konduksi akibat molekul-molekul tersebut menyebabkan kertas kraft berubah menjadi panas.

Kertas kraft yang berubah menjadi panas akan kehilangan kandungan air dan menyebabkan susunan ikatan antar serat tidak lagi rapat seperti semula. Hal inilah yang menyebabkan kertas kraft memiliki sifat fisis dengan kemampuan daya regang yang rendah tidak lagi kuat seperti semula (Liegey, 2001).

5. Pengaruh Suhu Terhadap *Tensile Energy Absorption* (TEA)

Kenaikan suhu pemanasan akan menyebabkan perubahan pada nilai sifat fisis kertas kraft yaitu *tensile energy absorption* (TEA). Kertas yang baik adalah kertas yang memiliki *tensile energy absorption* (TEA) tinggi (William, 1999). Dimana kertas akan membutuhkan energi yang tinggi untuk bisa putus ketika ditarik.

6. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Tembus Udara

Kenaikan suhu pemanasan akan menyebabkan perubahan pada nilai sifat fisis kertas kraft yaitu daya dembus udara. Kertas yang baik adalah kertas yang memiliki nilai daya tembus udara rendah. Dimana susunan ikatan antar serat yang rapat sehingga udara untuk menembus lembaran kertas rendah (Munawaroh, 1998).

F. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kerusakan Kertas Sebagai Kemasan

Berdasarkan Direktorat Jenderal Industri Kecil Menengah Departemen Perindustrian mengenai kemasan fleksibel, menjelaskan bahwa kertas termasuk salah satu kemas fleksibel. Kertas yang merupakan suatu bentuk kemasan yang bersifat fleksibel dibuat dari satu lapis atau lebih dengan atau tanpa bahan *thermoplastic* maupun bahan perekat lainnya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan bahan pangan sehubungan dengan kemasan yang digunakan dapat digolongkan menjadi dua golongan. Golongan pertama kerusakan ditentukan oleh sifat alamiah dari produk. Kerusakan ini tidak dapat dicegah dengan pengemasan, misalnya perubahan

kimia, biokimia, serta fisik. Golongan kedua kerusakan yang ditentukan oleh lingkungan. Kerusakan ini hampir seluruhnya dapat dikontrol dengan kemasan yang dapat digunakan, misalnya kerusakan mekanis, perubahan kadar air bahan, absorpsi dan interaksi dengan oksigen (Winarno dan Jenie, 1982). Jadi kerusakan produk dapat dipengaruhi oleh faktor alamiah dan faktor lingkungan.

G. Proses Pemanasan Kertas Kraft Menggunakan *Microwave Oven*

Penelitian ini bertujuan membandingkan sifat-sifat fisis kertas kraft jenis *Mondi 90 gsm* dan *Segezha 90 gsm* akibat variasi suhu, karena pada saat *packer* semen yang dimasukkan ke dalam kantong mencapai suhu 80°-110°C. Secara tidak langsung terjadi proses eksoterm yaitu pelepasan panas dari semen ke lingkungan dimana media pertama yang dilewati panas adalah kertas kraft, dengan memvariasikan suhu dari suhu 25°C sampai 100°C maka dapat diketahui pengaruh panas terhadap kertas kraft.

Kertas kraft dipanaskan dalam *microwave oven*, dalam hal ini terjadinya perpindahan panas. Pada *microwave oven* (gelombang-gelombang mikro) yang dihasilkan oleh magnetron yang cara kerjanya seperti “tabung TV” (tabung sinar katoda). Dimana suatu tegangan tinggi dapat membangkitkan arus besar yang memanaskan suatu bagian yang disebut katoda (Liegey, 2001). Hal ini memberikan energi pada katoda yang kemudian diubah menjadi gelombang mikro.

Gelombang mikro ini diarahkan sepanjang penuntun gelombang yang berongga untuk masuk keseluruhan ruang kompartemen. Energi gelombang mikro mengguncang (menggetarkan) molekul-molekul air dalam kertas. Molekul yang bergetar akan memiliki energi lebih besar sehingga molekul-molekul ini menjadi

lebih panas (Liegey, 2001). Perpindahan panas yang terjadi pada kertas yaitu secara konduksi. Proses konduksi yaitu perpindahan kalor yang terjadi dimana energi kalornya berpindah sedangkan perantaranya tidak bergerak.

Proses konduksi terjadi karena pemanasan dielektrik. Dimana kertas yang bersifat isolator (tidak dapat menghantarkan panas) dipanaskan di atas plat logam (dapat menghantarkan panas). Plat logam yang panas menyebabkan kertas juga panas karena radiasi gelombang mikro tersebut. Gelombang mikro memiliki frekuensi di atas 3,0 GHz ($3,0 \times 10^9$ Hz) (Liegey, 2001). Jika gelombang mikro diserap oleh sebuah benda akan muncul efek pemanasan pada benda tersebut.

Penggunaan *microwave oven* dalam penelitian ini adalah sebagai aplikasi dalam memanaskan kertas. Disini kertas bersifat isolator atau media yang tidak dapat menghantarkan panas tetapi pada *microwave oven* terdapat logam yang bersifat konduktor atau penghantar panas. Jadi *microwave oven* dapat dijadikan sebagai aplikasi dalam memanaskan sampel penelitian dengan mengontrol suhu salah satu contohnya yaitu bahan material kertas.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan mengenai perbandingan sifat fisis kertas kraft jenis *segezha 90 gsm* dan *mondi 90 gsm* akibat variasi suhu. Kertas kraft *segezha 90 gsm* lebih baik dari pada *mondi 90 gsm* dari segi sifat fisis gramatur, daya serap air, ketahanan sobek, daya regang dan kadar air. Sedangkan kertas kraft mondi lebih baik dari pada *segezha 90 gsm* dari segi *Tens ile Energy Absorption* (TEA).

B. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik untuk kemasan kantong semen, diharapkan saat penelitian dapat lebih memperhatikan jumlah sampel yang dimasukkan kedalam oven, hendaknya tidak terlalu banyak, karena dapat mempengaruhi penyerapan suhu terhadap masing-masing sampel tidak merata.