

PENINGKATAN STRENGTH PROPERTIES BASEPAPER NCR DENGAN PENGAPLIKASIAN GUAR GUM DAN VARIASI FREENESS

Edwin K. Sijabat¹, Danny Iswara^{2*}

¹Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

²Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

ABSTRAK

Banyaknya permintaan mengenai kertas NCR (*Non Carbon Required*) membuat Industri Kertas semakin berlomba memproduksi kertas NCR dengan kualitas terbaik. Namun tak jarang pula terdapat komplain mengenai kurangnya kekuatan fisik *basepaper* dari kertas NCR itu sendiri, sehingga perlu adanya inovasi untuk meningkatkan *strength properties basepaper* NCR namun tetap memperhatikan *cost* yang ada. *Freeness* merupakan salah satu parameter yang dapat mempengaruhi *strength properties* kertas antara lain *tensile*, *tearing*, dan *bursting* (Holik, 2006). *Guar gum* sendiri adalah salah satu *dry strength agent* alami yang memiliki sifat polimer hidrofilik mirip dengan selulosa, hal ini memungkinkan *guar gum* dapat berpartisipasi dalam ikatan hidrogen yang luas pada serat. *Guar gum* juga memiliki galaktomanan yang dapat melapisi serat sehingga dapat meningkatkan kekuatan antar serat. (Smook, 2002). *Guar gum* dan *freeness* dapat dipadukan untuk meningkatkan *strength properties basepaper* NCR dan mengurangi biaya produksi yang dikeluarkan. Hal ini dikarenakan *freeness stock* yang nilainya cenderung tinggi sehingga dapat mengurangi power yang dikeluarkan pada proses refining. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh *freeness* dan *guar gum* terhadap *strength properties* kertas. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi terhadap *freeness* dengan variasi 300 csf, 350 csf, 400 csf, dan 450 csf. Kemudian dipadukan dengan *guar gum* dengan variasi 1 kg/T, 3 kg/T, 5 kg/T, dan 7 kg/T. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dengan pengujian sifat fisik *basepaper* NCR, titik optimal semua parameter yang diperoleh ialah pada *freeness* 400 csf dan penambahan *guar gum* sebanyak 5 kg/T.

Kata kunci: *basepaper, freeness, guar gum, ncr*

ABSTRACT

The high demand for NCR (*Non Carbon Required*) paper makes the Paper Industry more competitive in producing the best quality NCR paper. But not infrequently there are also complaints about the lack of physical strength of the *basepaper* from the NCR paper itself, so there is a need for innovation to improve the *strength properties* of the NCR *basepaper* but still pay attention to the existing costs. *Freeness* is one of the parameters that can affect the *strength properties* of paper, including *tensile*, *tearing*, and *bursting* (Holik, 2006). *Guar gum* itself is a natural *dry strength agent* that has hydrophilic polymer properties similar to cellulose, this allows *guar gum* to participate in extensive hydrogen bonding in the fiber. *Guar gum* also has galactomannan which can coat the fiber so that it can increase the strength between the fibers. (Smook, 2002). *Guar gum* and *freeness* can be combined to improve the *strength properties* of NCR *basepaper* and reduce production costs. This is because the *freeness stock* has a high value so that it can reduce the power expended in the refining process. The purpose of this study was to determine the effect of *freeness* and *guar gum* on the *strength properties* of paper. In this study, optimization of the *freeness* was carried out with variations of 300 csf, 350 csf, 400 csf, and 450 csf. Then combined with *guar gum* with variations of 1 kg/T, 3 kg/T, 5 kg/T, and 7 kg/T. Based on experiments that have been carried out by testing the physical properties of NCR *basepaper*, the optimal point of all parameters obtained is at the *freeness* of 400 csf and the addition of *guar gum* as much as 5 kg/T..

Keywords: *basepaper, freeness, guar gum, ncr*

^{1*} Corresponding author: edwinsijabat@hotmail.com

1 Pendahuluan

Kertas merupakan lapisan tipis yang terdiri dari serat selulosa tanaman dan diperoleh dengan cara mengeluarkan air dari suspensi serat dengan penyaringan. (Roberts, 1996). Kertas menjadi bahan barang sehari-hari yang tidak dapat lepas dan digantikan. Karena kertas hampir dapat diaplikasikan segala aspek mulai dari menulis, mencetak, pembungkus, dan lain-lain. (Holik, 2006).

PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri Pulp dan Kertas. Ada beberapa produk yang diproduksi PT. X yaitu *specialty paper*, *kertas fotokopi*, *wood free paper* (kertas HVS), *brown paper*, *NCR (No Carbon Required)*, kertas tulis cetak, dll.

Berdasarkan data produksi, terdapat beberapa keluhan dari *customer* mengenai kurangnya *strength properties* pada *basepaper NCR* yang diproduksi oleh pabrik tersebut. Perlu ada inovasi terkait dengan peningkatan *strength properties* namun harus tetap memperhatikan *cost* yang dikeluarkan.

Maka dari itu, salah satu usulan peningkatan *strength properties basepaper NCR* ialah dengan mengoptimasi *freeness* / derajat giling serta melakukan penambahan *dry strength agent* berupa *guar gum* yang diharapkan dapat meningkatkan *strength properties basepaper* dan tetap memperhatikan *cost* yang dikeluarkan.

Refining adalah proses yang diharapkan dapat membuat serat terfibrilasi. Serat akan digerus agar membentuk rambut halus yang biasa disebut dengan fibrilasi. *Refining* dapat meningkatkan *strength properties* kertas (*tensile*, *tear*, *burst*, *modulus young*), *bulk*, *air permeability*, dan opasitas. (Holik, 2006).

Guar gum adalah salah satu jenis *dry strength agent*. *Dry strength agent* sendiri dapat berupa bahan alami dan modifikasi dari starch dan gum. (Smook, 2002). Bahkan sekarang ada jenis *dry strength agent* berupa polyacrimide. Polimer *guar gum* memiliki sifat yang sangat hidrofilik, mirip dengan selulosa. Memungkinkan *guar gum* untuk berpartisipasi dalam ikatan hidrogen yang luas dengan permukaan serat. (Holik, 2006).

Berdasarkan penjelasan uraian di atas, tulisan ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan *guar gum* dan variasi *freeness* untuk meningkatkan *strength properties basepaper NCR*.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Kertas

Menurut Herbert Holik (2006), kertas merupakan lapisan tipis yang terdiri dari serat selulosa tanaman dan diperoleh dengan cara mengeluarkan air dari suspensi serat dengan penyaringan. Menurut J.C Roberts (1996), kertas merupakan material lembaran yang terbuat dari jalinan serat selulosa alami yang telah diendapkan dari larutan tersuspensi.

2.2 Deskripsi Pembuatan Kertas

Proses Pembuatan Proses pembuatan kertas melalui dua tahap pengolahan. Tahap pertama yaitu pengolahan barang setengah jadi, yakni proses sejak dari penghancuran kayu hingga menjadi bubur kayu (pulp). Tahap kedua adalah pembuatan barang jadi yakni proses pengolahan bubur kayu (pulp) menjadi kertas siap pakai (Kasdim, 2008).

Proses pembuatan kertas pada dasarnya memiliki 4 tahap yaitu, penyediaan buburan (*stock preparation*), tahap pengaturan aliran (*approach flow system*), tahap mesin kertas (*paper machine*), dan *finishing*.

2.3 Bahan Kimia Additif dalam Kertas

Bahan utama dalam proses pembuatan kertas adalah serat selulosa. Namun dengan permintaan pasar dan kebutuhan konsumen yang beragam akan kertas, maka diperlukan perlakuan khusus agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan permintaan. Bahan kimia additif merupakan material kimia yang biasanya digunakan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu dari kertas itu sendiri atau sebagai bahan pembantu dalam kelancaran proses produksi kertas. Dalam pengklasifikasiannya, bahan kimia additif dibagi menjadi 2, yaitu : bahan additif fungsional dan bahan additif pengontrol.

2.3.1 Bahan Additif Fungsional

Bahan additif fungsional merupakan bahan additif yang digunakan untuk mengembangkan atau yang dapat memberikan sifat-sifat tertentu pada produk

kertas yang dihasilkan. Berikut adalah jenis-jenis bahan additif fungsional : *filler*, *sizing agent*, *dry strength agent*, *wet strength agent*, dan bahan pewarna.

2.3.2 Bahan Additif Pengontrol

Bahan additif pengontrol yaitu bertujuan untuk mengendalikan kondisi *stock* agar di dalam prosesnya dapat berjalan dengan lancar. Bahan additif pengontrol meliputi : *Biocide*, *Retention Aids*, *Pitch Control Agent*, dan bahan anti busa.

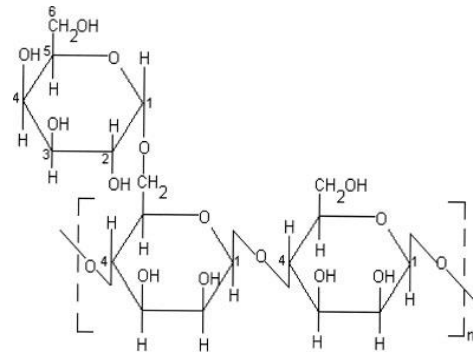
2.4 Guar gum Sebagai Bahan Dry Strength Agent

Meningkatnya penggunaan secondary fibers dan bahan nonserat lainnya, seperti *filler* dapat menurunkan sifat fisik kertas (Lars Wågberg, 2009). Maka dari itu perlu digunakannya bahan additif yang mampu menambah nilai *strength properties* dengan tetap menambahkan bahan pengisi, namun tetap memberikan nilai kekuatan kertas yang optimal. Salah satu bahan additif yang bisa digunakan adalah *guar gum*.

2.4.1. Guar gum

Menurut Holik (2006), gum merupakan polimer yang sangat hidrofilik dan memiliki struktur kimia yang serupa dengan selulosa sehingga memungkinkan gum untuk memiliki ikatan hidrogen dengan permukaan serat. Ada beberapa jenis gum, namun *guar gum* merupakan bahan polimer alami yang banyak digunakan dalam industri kertas.

Guar dan Locust bean gum adalah galactomannan dengan rantai polimer yang terdiri dari unit (1 - 4) β -D-mannopyranose yang dimiliki pada interval tunggal dari unit α -D-galactopyranose yang diikat oleh ikatan (1 - 6). Vegetable gum mudah diserap oleh serat selulosa, mungkin karena sifatnya mirip dengan hemiselulosa. Serapan maksimum *guar gum* adalah pada pH 6,7. *Guar gum* memiliki fungsi sebagai pengental, pengemulsi, stabilisator, bahan pengikat, bahan pembentuk gel, flokulan, dan lain sebagainya (Sharma, dkk., 2007). *Guar gum* yang memiliki berat molekul tinggi dan struktur kimia yang sama dengan hemiselulosa, maka akan dengan mudah menyerap kedalam serat selulosa disebabkan oleh ikatan hidrogen (Helmut Maier et al, 1993).



Gambar 2.1 Struktur Kimia Guar gum (Sumber: Sagar Pal, dkk., 2007)

2.4.2. Mekanisme Guar gum sebagai Dry Strength Agent

Pada struktur tumbuhan terdapat lignin dan hemiselulosa yang merupakan bahan pengikat alami terdapat dalam kayu, namun bahan tersebut telah mengalami degradasi setelah proses pulping dan larut dalam pulping liquor. *Guar gum* merupakan bahan polimer alami berantai panjang. Karena sifatnya yang mudah larut dalam air sehingga dapat mengikat dengan serat selulosa melalui ikatan hidrogen.

Jumlah dosis yang ditambahkan untuk meningkatkan *strength properties* biasanya relatif kecil dan tergantung luas permukaan serat. Semakin luas permukaan serat maka semakin banyak polimer gum yang terabsorpsi. Sebagai contoh penambahan dosis *guar gum* sebesar 0,25%-1% dari berat kering kertas, dapat memungkinkan untuk meningkatkan *tensile*, *bursting* ataupun *tearing strength*. Normalnya, peningkatan yang baik pada *strength* merupakan hasil dari penambahan aditif berupa locust bean atau *guar gum* sebanyak 3 - 4 pound per ton pulp.

2.6 Pengaruh Freeness terhadap Sifat Fisik Kertas

Pada studi, refining dapat mempengaruhi sifat fisik kertas. Satuan dari refining itu sendiri ialah *freeness* (csf). Menurut Holik (2006), *freeness* dapat mempengaruhi sifat fisik kertas antara lain *tensile*, *tearing*, *bursting*, fold, bul, air permeability, opasitas dan printability. Refining sangat penting dalam proses *stock preparation* untuk virgin chemical pulp. Namun untuk mechanical dan recycled fibers, refining tidak terlalu diutamakan karena dapat mengakibatkan fines pada serat.

2.7 Kertas Basepaper NCR

Menurut Holik (2006), *basepaper* merupakan jenis dari kertas speciality yang menjadi kertas dasar

sebelum dilakukan proses coating / pelapisan. Biasanya *basepaper* dapat dijadikan *wallpaper*, *NCR*, *drawing paper*, *photographic base paper*, *cigarette paper*, *filters*, dan *filter layers* serta *thermal paper*. Masing-masing *basepaper* memiliki spesifikasi masing masing sesuai dengan penggunaannya. Untuk *basepaper NCR* sendiri diharapkan memiliki sifat fisik yang bagus dikarenakan nantinya akan di lapisi oleh mikrokapsul.

3 Bahan dan Metode

3.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain gelas beker, gelas ukur, pipet, *vacuum*, kertas saring, *valley beater*, neraca analitik, *hot plate*, dispermat, *freeness tester*, *handsheet maker*, dan *bar coater*. Sedangkan instrumen yang digunakan ialah *tensile tester*, *tearing tester*, *bursting tester*, *mutek*, *IGT*, *cobb tester*, dan *stopwatch*. Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini ialah air, pulp *LBKP*, *cationic starch*, *CaCO₃*, *APAM*, *CPAM*, *AKD*, *guar gum*, dan *microcapsle*.

3.2 Metode

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah dengan melakukan percobaan di 5 Laboratorium. Yaitu laboratorium Incoming Quality Control, *Wet End Quality Control Paper Factory 2*, *Dry End Quality Control Paper Factory 1*, *Dry End Quality Control Paper Factory 2*, dan *NCR Quality Control* di PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. dengan membuat beberapa *handsheet* dan di cek sifat fisiknya. Pada pembuatan *handsheet* kertas *basepaper NCR*, ditambahkan beberapa bahan kimia yaitu *cationic starch*, *cationic polyacrilamide*, *anionic polyacrilamide*, *CaCO₃* dan *AKD* pada satu sampel blank dan pada beberapa sampel lainnya dengan variasi dosis ditambahkan *guar gum* serta memvariasikan *freeness stock*. *Handsheets* yang telah dibuat lalu diuji sifat fisiknya setelah itu dilapisi dengan *microcapsule* untuk membandingkan hasil *printability uncoated* dan *coated*.

Metode Pengolahan data yang dilakukan sebagai analisis deskriptif menggunakan statistik industri untuk dapat melihat hubungan suatu variabel dengan variabel yang lainnya. Pengambilan data dilakukan dengan pengulangan 4 kali dengan pembuatan 4 *handsheet* per sampel lalu di rata rata.

Pembuatan *handsheet* 50 gsm dilakukan dengan menggunakan komposisi *chemical* sesuai dengan dosis yang ada dilapangan yaitu :

Tabel 3.1 Dosis *Chemical* per Ton Kertas

Bahan Kimia	Dosis
<i>Cationic Starch</i>	8,5 Kg/T
<i>CPAM</i>	80 ppm
<i>AKD</i>	8 Kg/T
<i>CaCO₃</i>	4%
<i>APAM</i>	120 ppm

Tentunya komposisi *chemical* ini sama untuk setiap *handsheet* pada variasi *guar gum* dan *freeness*. Variasi *freeness* yang digunakan ialah 300 csf, 350 csf, 400 csf, dan 450 csf. Sedangkan untuk *guar gum* sendiri di variasikan dosisnya yaitu sebesar 0, 0,1%, 0,3%, 0,5%, dan 0,7%. Konsentrasi larutan *guar gum* dibuat tetap 0,3% karena *guar gum* dapat bekerja dengan optimal pada konsentrasi 0,35% (Mahmoud, 2000).

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Muatan pada *Chemical Additif*

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Bahan Baku

Bahan Kimia	Muatan (mEq/gr)
<i>Cationic starch</i>	87.720
<i>CPAM</i>	5.343
<i>AKD</i>	96.551
<i>CaCO₃</i>	-3.325
<i>APAM</i>	-3.72
<i>Guar gum</i>	-12.475

Pengujian muatan pada *chemical* additif berfungsi sebagai acuan apakah terjadi reaksi antar *chemical* saat dicampurkan ke *stock*. Sampel *chemical* diambil pada masing-masing sampel point di lapangan. Kemudian sampel diambil 1 gram, setelah itu diencerkan hingga menjadi 100 gram. Hasilnya seperti pada tabel berikut. Tabel 4.1 Hasil muatan pada *chemical* additif.

4.2 Pengujian Total Solid *Chemical Additif*

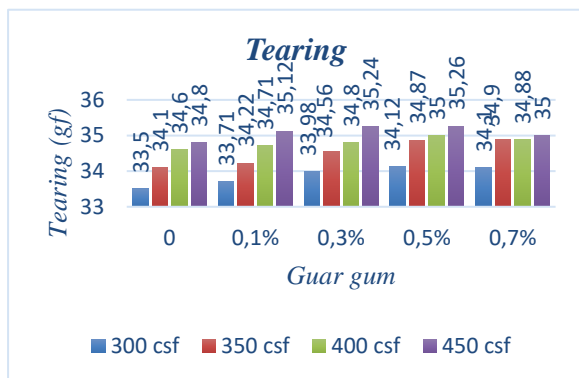
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Total Solid

Bahan Kimia	Total Solid (%)
<i>Cationic starch</i>	2,82%
<i>CPAM</i>	0,01%
<i>AKD</i>	14,48%
<i>CaCO₃</i>	48,31%
<i>APAM</i>	0,02%

Hasil pengujian total solid sebelumnya dapat digunakan untuk perhitungan dosis bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan lembaran handsheet.

4.3 Pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap *Tearing*

Tearing merupakan kekuatan sobek pada kertas. Untuk pengecekan *tearing* dilakukan menggunakan *Tearing tester*. Berikut ialah grafik hasil pengujian *tearing* pada handsheet



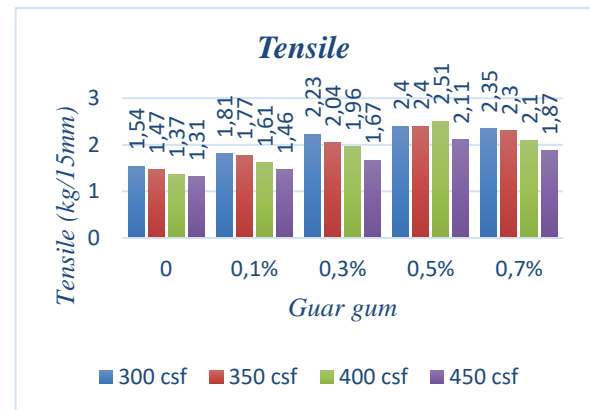
Gambar 4.1 Grafik pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap *Tearing*

Gambar 4.1 diatas merupakan grafik hasil dari trial penggunaan *guar gum* dengan rasio blank, 0,1%, 0,3%, 0,5%, dan 0,7% serta rasio variasi *freeness* 300 csf, 350 csf, 400 csf, dan 450 csf. Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa, *freeness* dapat mempengaruhi nilai *tearing*, semakin besar nilai *freeness* maka akan semakin tinggi nilai *tearing*. Untuk penggunaan *guar gum* sendiri memberikan sedikit pengaruh ke nilai *tearing*. Untuk nilai *tearing* tertinggi sendiri ada pada titik *freeness* 300 csf dan 0,5% penambahan *guar gum*.

Freeness sendiri dapat mempengaruhi kekuatan serat karena semakin digerus, maka kekuatan serat menjadi berkurang, oleh karena itu penambahan *guar gum* juga bisa digunakan pada serat alami, sintetis, atau mineral sebagai deflokulan yang membuatnya memungkinkan untuk melapisi semua serat untuk menghasilkan nilai *tearing* yang baik. (Whistler, 1992). Penambahan *guar gum* juga sedikit memberikan pengaruh untuk nilai *tearing*. Untuk titik optimum penggunaan *guar gum* sendiri ada di dosis 0,5%. Nilai standar *tearing* sendiri untuk kertas *basepaper* NCR ialah >27 gf. Pada gambar 4.1 nilai *tearing* telah mencapai standar yang telah ditentukan.

4.4 Pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap *Tensile*

Tensile strength merupakan parameter yang digunakan untuk melihat pengaruh *freeness* dan *guar gum* terhadap jalinan serat. Biasanya *tensile strength* seringkali disebut dengan kekuatan tarik. Berikut grafik hasil pengujian *tensile strength*.



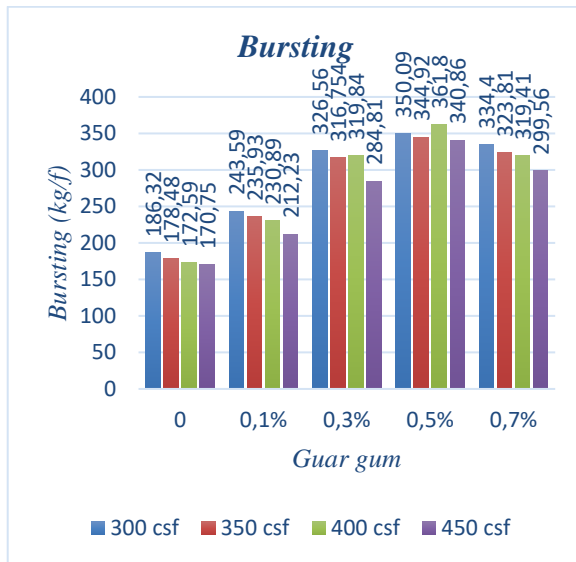
Gambar 4.2 Grafik pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap *Tensile*

Berdasarkan gambar 4.2 yang menunjukkan nilai *tensile* yang dihasilkan, *freeness* dan *guar gum* dapat mempengaruhi nilai *tensile*. Dapat terlihat pada grafik, semakin kecil nilai *freeness* maka akan semakin besar *tensile* yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin banyak benang fibril yang dikeluarkan saat proses fibrilasi, membuat kekuatan antar serat semakin kuat. (Smook, 2002).

Penggunaan *guar gum* juga dapat meningkatkan *tensile strength*. Dapat dilihat dari grafik, dari semua variasi *freeness* semua mengalami kenaikan nilai *tensile* seiring dengan penambahan dosis *guar gum*. Hal ini disebabkan karena *guar gum* mengandung galaktomanan yang berperan penting pada saat proses *wet end*. galaktomanan dapat menggantikan atau melengkapi hemiselulosa alami dalam ikatan kertas. keuntungan yang diperoleh dengan penambahan galaktomanan ke pulp termasuk pembentukan lembaran yang lebih baik dengan distribusi yang lebih teratur serat pulp. (Mahmoud, 2000). Hasil *tensile strength* tertinggi ada di titik *freeness* 400 csf dan penambahan *guar gum* 0,5%. Nilai standar *tensile* sendiri untuk kertas *basepaper* NCR ialah >2,25 Kg/15mm. Pada gambar 4.2 nilai *tensile* yang dihasilkan telah mencapai standar yang telah ditentukan.

4.5 Pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap *Bursting*

Bursting strength merupakan parameter kertas yang digunakan untuk mengetahui daya tahan kertas terhadap ketahanan jebol. Berikut ialah grafik hasil pengujian *bursting strength* pada handsheet.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap *Bursting*

Dapat dilihat dari gambar 4.3, *freeness* dan *guar gum* mempengaruhi kenaikan pada nilai *bursting*. Semakin kecil nilai *freeness*, maka akan semakin besar nilai *bursting* yang dihasilkan. Menurut beberapa teori, *bursting* dan *tensile* memiliki prinsip pengukuran yang hampir sama. Jadi grafik nilai *bursting* sendiri akan sama dengan grafik nilai *tensile*.

Penambahan *guar gum* dapat meningkatkan nilai *bursting*, karena kandungan galaktomanan pada *guar gum* dapat melapisi serat serta menguatkan kekuatan antar serat. (Mahmoud, 2002).

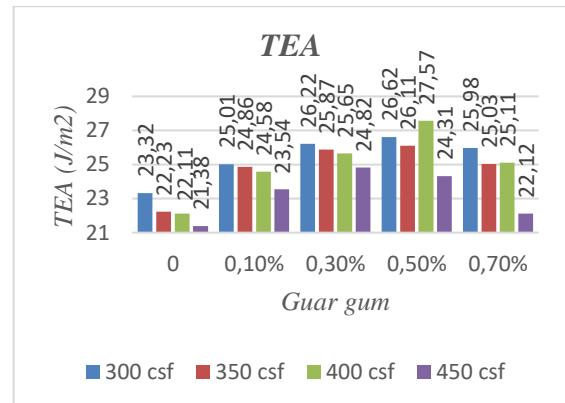
Nilai *bursting* digunakan untuk menggambarkan kekuatan ikatan antar serat yang tersebar merata tanpa melihat arah atau silang mesin, selain itu juga sebagai pembandingan nilai *strength properties* yang lain. Karena pengujiannya menggunakan tekanan yang diberikan lewat bawah lembaran, sehingga hasil keseragaman kekuatan yang dihasilkan antar ikatan serat lebih akurat

Untuk nilai *bursting* yang tertinggi ada pada titik *freeness* 400 dan dosis *guar gum* 0,5% yaitu sebesar 361,8 kg.f. *Bursting* sendiri tidak terlalu menjadi titik fokus pembahasan parameter *strength properties* kertas dikarenakan nilainya yang selalu

berkaitan dengan nilai *tensile*.

4.6 Pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap TEA

TEA adalah kepanjangan dari *Tensile Energy Absorption*, yaitu jumlah energi yang dikeluarkan untuk menarik kertas hingga putus. Semakin besar TEA maka akan semakin besar pula nilai *tensile* yang dihasilkan. Berikut ialah grafik hasil nilai TEA pada handsheet.



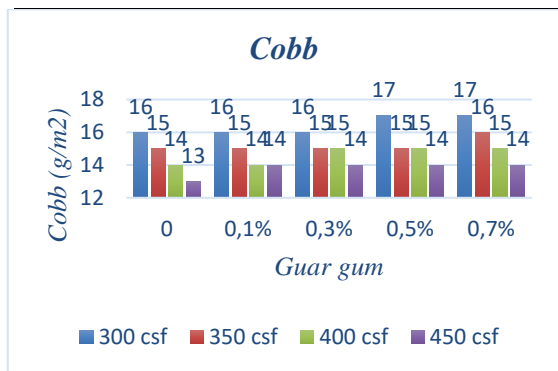
Gambar 4.4 Grafik pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap TEA

Dilihat dari gambar 4.4, *freeness* dan penambahan *guar gum* dapat memberikan efek yang cukup signifikan terhadap nilai TEA. Semakin kecil *freeness* maka akan semakin besar nilai TEA yang dihasilkan. Begitu juga dengan penambahan *guar gum*, semakin banyak penambahan *guar gum*, semakin tinggi juga nilai TEA yang dihasilkan. Namun, untuk pada penambahan *guar gum* sebanyak 0,7% mengakibatkan nilai TEA menjadi menurun di semua variasi *freeness*. Terjadi flokulasi yang berlebihan sehingga dapat mengganggu distribusi serat pada kertas, kekuatan kertas menjadi menurun (J.C. Roberts, 1996).

Dari hasil nilai TEA yang di dapat, nilai TEA tertinggi ada pada titik *freeness* 400 dan penambahan *guar gum* sebesar 0,5% dengan nilai 27,57 J/m². Nilai TEA merupakan parameter pendukung pada *paper properties*, sehingga tidak terlalu menjadi titik fokus pada pembahasan ini.

4.7 Pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap *Cobb*

Daya serap air (*cobb*) merupakan ketahanan kertas pada penetrasi air dan merupakan salah satu faktor yang menentukan mutu *basepaper*. Sifat ini erat hubungannya dengan sifat cetak yang dihasilkan oleh kertas. Berikut ialah hasil pengujian nilai *cobb* dari handsheet.



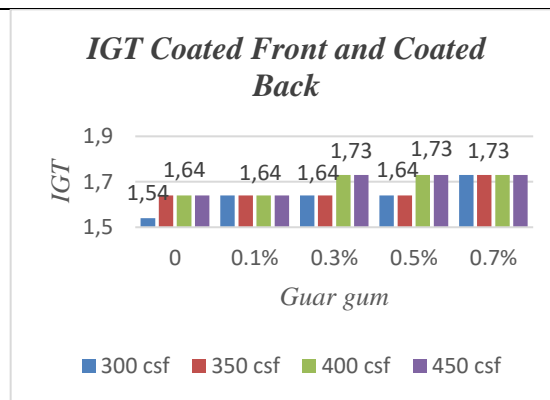
Gambar 4.5 Grafik pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap *Cobb*

Nilai *cobb* menyatakan kemampuan kertas dalam menahan penetrasi air ke dalam kertas. Semakin kecil nilai *cobb* maka kertas akan semakin tahan air / memiliki sifat *water proof*. Dapat dilihat pada data hasil penelitian, *freeness* dapat mempengaruhi nilai *cobb*. Semakin besar *freeness* maka semakin kecil nilai *cobb*. *Freeness* yang kecil akan memberikan nilai *cobb* yang tinggi, hal ini dapat terjadi karena semakin banyak serat mengeluarkan bulu halus pasca proses refining, maka akan semakin mudah air untuk menyerap ke setiap serat. (Yuan-Shing, 2012). Untuk *guar gum* sendiri tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai *cobb*, namun nilainya cenderung naik. Ini dikarenakan *guar gum* mudah larut ke dalam air dan mampu menyerap air serta dapat membentuk gel yang dapat memberi kekuatan antar serat. (Mahmoed, 2012).

Dari hasil yang telah didapat, nilai *cobb* yang dihasilkan oleh penelitian ini sudah berada di dalam standar nilai *cobb*. Nilai *cobb* standar ialah < 20 g/m².

4.8 Pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap IGT

IGT adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kemampuan cetak / printability. Berikut ialah hasil pengujian IGT dari handsheet. Dua strip (CB dan CF) kertas tanpa karbon bersentuhan satu sama lain dengan tekanan ringan pada pengujian kemampuan cetak IGT. Setelah ini kepadatan strip berwarna yang terbentuk diukur. Semakin rendah densitas, semakin sedikit reaksi yang terjadi dan semakin baik keterbacaan teks.



Gambar 4.6 Grafik pengaruh *Freeness* dan *Guar gum* terhadap IGT *Coated Front and Coated Back*

Untuk pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai dari printability setiap sisi kertas. Dalam pengujiannya, digunakan kecepatan 2.0 m/s. Hasil yang telah didapatkan dapat terlihat bahwa ada kenaikan kualitas daya cetak seiring penambahan *guar gum*. Untuk *freeness* sendiri tidak terlalu signifikan mempengaruhi nilai yang dihasilkan IGT. *Strength properties* dapat mempengaruhi nilai dari IGT, terlebih ialah TEA. Karena semakin tinggi nilai TEA maka akan semakin baik nilai printability yang di dapatkan. Hal ini berhubungan karena jika kertas mengalami TEA yang tinggi maka akan kuat dalam menyerap tinta dan juga tidak mudah rusak apabila digores tinta dengan kecepatan tertentu (Henry, 2021).

Untuk nilai IGT standar untuk kecepatan 2.0 m/s ialah 0,64 m/s. Nilai yang didapat dari percobaan sudah memenuhi standar tersebut.

5 Kesimpulan

Guar gum dapat digunakan sebagai *dry strength agent* untuk meningkatkan kekuatan fisik *basepaper* NCR. Hal ini dikarenakan *guar gum* mengandung gel galaktomanan yang dapat melapisi serat sehingga kekuatan antar serat semakin meningkat. *Freeness* sendiri juga dapat mempengaruhi *strength properties* kertas, hal ini diakibatkan karena semakin serat digerus maka serat akan mengeluarkan benang fibril yang dapat memberi kekuatan antar serat. *Freeness* dapat mempengaruhi *strength properties* kertas, semakin kecil nilai *freeness* maka akan semakin besar nilai *tensile* dan *bursting*. Namun sebaliknya, nilai *tearing* akan semakin kecil. *Guar gum* dapat membantu peningkatan nilai *tensile* dan *bursting*. Jadi pada nilai *freeness* yang tinggi, *tensile* dan *bursting* dapat di improve menggunakan *guar gum*. Titik optimum *freeness* dan penambahan *guar gum* untuk *basepaper* NCR adalah pada *freeness* 400 csf dengan penambahan 5 kg/Ton

6 Saran

Perlu dilakukan pengembangan dalam penelitian ini, berupa perbandingan dengan *chemical* lain dan variasi

injection point. Agar mendapatkan hasil yang lebih optimal.

Guar gum tersebut perlu di treatment terlebih dahulu atau dimodifikasi hingga muatan yang terkandung menjadi netral atau cenderung ke positif, muatan tersebut dapat membantu runability proses dan membantu retensi *filler* lebih optimal.

7 Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp Dan Kertas Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T.,M.T., Sekretaris Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp Dan Kertas Ibu Nurul Ajeng Susilo S.Si.,M.T., dan seluruh pengajar di Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp Dan Kertas Bapak Dr. Edwin K.Sijabat, S.T.,M.T., dan Bapak Ir. Tri Prijadi Basuki yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian penelitian ini. Saya ucapkan juga kepada Bapak Ribud Purwanto dan Bapak Ichwan Ishariato selaku pembimbing lapangan saya ketika penelitian berlangsung. Ucapan terimakasih kepada Bapak Agus Bambang dan Bapak Dr. Erwin, S.T., M.T sebagai penguji yang telah memberikan saran dan ilmu pada penelitian ini. Dan juga saya ucapkan terimakasih kepada kedua orang tua, keluarga dan saahat saya yang telah memberikan dukungan dan do'a.

8 Daftar Pustaka

- Choi, E. Y., & Cho, B. U. (2013). Effect of beating and water impregnation on fiber swelling and paper properties. *Journal of Korea Technical Association of The Pulp and Paper Industry*, 45(6), 88-95.
- Hakim, Andi L. 2016. Peningkatan Kekuatan Kertas melalui Pemakaian *Guar gum* Sebagai *Dry Strength* Alami Pada Pembuatan Kertas Tulis Cetak di PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk [Tugas Akhir]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan kertas, Fakultas Program Diploma, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Holik, H. (Ed.). (2006). *Handbook of paper and board*. John Wiley & Sons.
- Lindström, T., Wågberg, L., & Larsson, T. (2005, September). *On the nature of joint strength in paper-A review of dry and wet strength resins used in paper manufacturing. In 13th fundamental research symposium* (Vol. 1, pp. 457-562). Cambridge, UK: The Pulp and Paper Fundamental Research Society.
- Mahmoud, N. M. (2000). Physico-chemical study on *guar gum*.
- Minarti, Katri.2017. Pengaruh *Modified Guar gum* Terhadap Kekuatan Fisik Dan Retensi Dalam Kertas Medium [Tugas Akhir]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas. Fakultas Diploma, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Nandi, S., & Guha, P. (2018). Modelling the effect of *guar gum* on physical, optical, barrier and mechanical properties of potato starch based composite film. *Carbohydrate polymers*, 200, 498-507.
- Perng, Y. S., Eugene, I., & Wang, C. (2012). Optimization of handsheet greaseproof properties: the effects of furnish, refining, *fillers*, and binders. *BioResources*, 7(3), 3895-3909.
- Putra, Yogie A. S. 2019. Optimasi Penggunaan *Guar gum* untuk Meningkatkan *Strength properties* pada Kertas Medium [Tugas Akhir]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan kertas, Fakultas Program Diploma, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Reyes, P., Pereira, M., & Mendonça, R. T. (2015). Effect of partial pre-extraction of hemicelluloses on the properties of Pinus radiata chemimechanical pulps. *BioResources*, 10(4), 7442-7454.
- Rizal. Moh Agus.2018. Optimasi Pemakaian *Guar gum* dalam Mempertahankan *Strength properties* pada Kertas Tulis Cetak [Tugas Akhir]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas. Fakultas Diploma, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Roberts, J. C. (2007). *The chemistry of paper*. Royal Society of Chemistry.
- Schmidt, C. J., Tebbett, I. R., & Couch, M. W. (2000). Carbonless copy paper: A review of its chemical components and health hazards. *AIHAJ-American Industrial Hygiene Association*, 61(2), 214-222.
- Smook, G. A. (2002). *Handbook for pulp & paper technologists*. A. Wilde.
- Sood, Y. V., Tyagi, S., Tyagi, R., Pande, P. C., & Tandon, R. (2010). Effect of base paper characteristics on coated paper quality.
- Whistler, R. L., & BeMiller, J. N. (1993). Industrial gums. *Polysaccharides and their Derivatives*.
- Zhang, Y., Li, M., You, X., Fang, F., & Li, B. (2020). Impacts of guar and xanthan gums on pasting and gel properties of high-amylose corn

starches. *International journal of biological macromolecules*, 146, 1060-1068.