

## Pengaruh Bukaian *Slice* Terhadap Kecepatan Alir *Stock* dalam Pembentukan Formasi Kertas

Dejoi Irfian Situngkir\*<sup>1</sup>, Golfrid Gultom<sup>2</sup>, Nelson Silitonga<sup>3</sup>, New Vita M D Marbun<sup>4</sup>,  
Juan Presly Manalu<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup>Jurusan Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan  
<sup>4</sup>Jurusan Agribisnis Kelapa Sawit, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan  
e-mail: \*<sup>1</sup>dejoisitungkir@gmail.com, <sup>2</sup>golfrig@gmail.com,  
<sup>3</sup>silitraja@gmail.com, <sup>4</sup>vitamarbun@gmail.com

### Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk melihat bagaimana pengaruh besarnya bukaian slice terhadap kecepatan alir stock dan bagaimana pengaruhnya terhadap formasi kertas, sehingga kualitas kertas yang dihasilkan tetap terjaga memenuhi kriteria konsumen. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan persamaan bernoulli dengan azas kontinuitas fluida. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa kecepatan alir stock dengan bukaian slice kecil dengan bukaian 7 mm adalah sebesar 17,33 m/s dan kecepatan alir stock dengan bukaian slice besar dengan bukaian 8,4 mm adalah sebesar 12,02 m/s. Dapat disimpulkan bahwa bukaian slice yang besar pada headbox mengakibatkan kecepatan alirnya akan lambat dan kualitas pembentukan formasi kertas tidak akan sesuai standar dan pada bukaian slice yang kecil pada headbox mengakibatkan kecepatan alirnya semakin cepat dan kualitas yang dihasilkan akan sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

**Kata kunci:** Headbox, Bukaian Slice, Kecepatan Aliran, Persamaan Bernoulli, Kualitas Kertas

### Abstract

The aim of this research is to see how the size of the slice opening affects the stock flow speed and how it affects the paper formation, so that the quality of the resulting paper is maintained and meets consumer criteria. This research method uses the Bernoulli equation approach with the principle of fluid continuity. Based on the results of this research, it was found that the flow speed of stock with a small slice opening with an opening of 7 mm was 17.33 m/s and the flow speed of stock with a large slice opening with an opening of 8.4 mm was 12.02 m/s. It can be concluded that large slice openings in the headbox result in the flow speed being slow and the quality of the paper formation not being up to standard and small slice openings in the headbox resulting in the flow speed being faster and the resulting quality being in accordance with predetermined standards.

**Keywords:** Headbox, Slice Opening, Flow Rate, Bernoulli's Equation, Paper Quality

## 1. PENDAHULUAN

Kertas merupakan salah satu produk yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Kendati sekarang sudah banyak yang menggunakan media *online* ataupun *paper less* di kegiatan sehari-hari tidak serta-merta mengurangi penggunaan kertas. Berdasarkan data yang dihimpun dari

media online kompas menunjukkan bahwa kapasitas produksi pulp yang mencapai 11,83 juta ton dan kertas sebesar 17,94 juta ton per tahun. Di tengah pandemi Covid-19, permintaan pulp dan kertas secara global masih meningkat sekitar 2,1 persen. Permintaan di dalam negeri pun tumbuh 63 % dalam lima tahun terakhir [1]. Oleh karena itu, dapat dipastikan bahwa persaingan di industri kertas masih terus bertumbuh. Tentunya hal tersebut adalah tantangan nyata bagi industri kertas agar mampu bersaing dalam memenuhi kualitas sesuai dengan harapan konsumen.

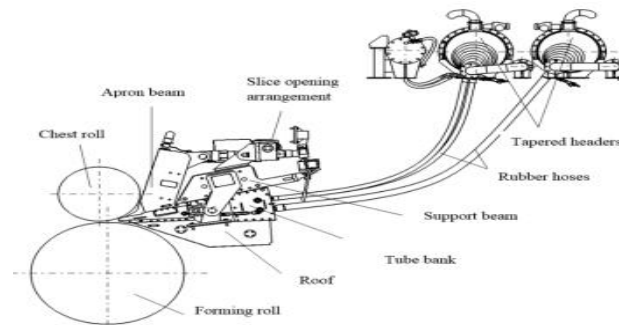
Industri Kertas PT X *Pulp & Paper* merupakan salah satu industri yang masih eksis dan memberikan kontribusi besar dalam memproduksi kertas dalam bentuk lembaran di Indonesia. Tentunya PT X berupaya memproduksi kertas yang berkualitas supaya memenuhi kepuasan konsumen sehingga tetap setia menggunakan produknya dan mampu bersaing dengan industri sejenis. PT X melakukan pengolahan pohon *eucalyptus* menjadi *chip* merupakan proses pencacahan kayu menjadi ukuran-ukuran kayu kecil. Selanjutnya di *pulping process chip* akan menjadi bubur dan bercampur dengan penambahan bahan kimia. Kemudian proses pencucian *pulp* dilakukan untuk memisahkan zat-zat kimia pemasak dari *pulp* dan selanjutnya proses penyaringan dilakukan untuk memisahkan bahan-bahan terlarut yang tidak diinginkan dalam *pulp*. *Pulp machine* merupakan proses pembuatan lembaran *pulp* dengan menggunakan bantuan alat *headbox* di *unit forming* untuk mendistribusikan *pulp* selebar *wire*.

Pada proses produksi kertas sangat memungkinkan terjadinya cacat produk, misalnya: *tear paper* dan *holes paper* disebabkan oleh beberapa faktor yaitu *man*, *machine*, *material*, *measurement*, dan *environment* [2]. Berkaitan dengan faktor *machine* diungkapkan Dejoji, dkk (2019) bahwa cacat produksi tidak terlepas dari kegagalan/kerusakan komponen pada *paper machine* [3]. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mencari penyebab-penyebab cacat dan potensi kerusakan yang terjadi adalah Metode *Statistical Process Control* (SPC). Pada penelitian Asti Widayanti dan Ike Rostika (2019) yang menjadi penyebab kerusakan adalah pada proses *coating* yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan sebesar 32,96% atau Rp893.140.000,00. Cacat pada proses *coating* disebabkan faktor bahan, mesin, operator dan pengukuran pengujian, dengan faktor mesin berkontribusi terbesar yaitu 81,50% [4]. Sedangkan pada penelitian Ramadani Alfian Prasetyo dan Haris Mahmudi (2021), gramatur dan kecepatan yang menentukan kualitas *kertas*. Dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi gramatur semakin lambat kecepatan untuk produksi pada kertas dan jika semakin rendah gramatur kecepatan mesin akan semakin cepat, tapi akan berpengaruh pada hasil produksi [5].

Pada penelitian ini penulis dan tim memfokuskan di proses pembuatan lembaran *pulp* di *forming*, dimana proses ini merupakan salah satu proses yang memiliki peranan penting untuk pembentukan formasi kertas. Karena proses di *forming* ini adalah proses pembentukan formasi kertas pertama yang menentukan suatu kertas yang berkualitas. *Headbox* merupakan komponen kritis yang menjadi penentu utama dari profil berat dasar dan faktor penentu utama dari pembentukan formasi lembar [6]. *Headbox* berfungsi untuk mendistribusikan pulp dengan rata agar tidak terjadinya cacat pada kertas [7]. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan pada *headbox* agar menghasilkan kertas berkualitas adalah kecepatan alir *stock* dan besarnya bukaan *slice*.

*Headbox* terdiri dari sejumlah komponen balok pendukung, bank tabung, atap, susunan bukaan irisan dan balok *apron*. Aliran Proses pada *headbox* dimulai ketika suspensi serat air dipompakan ke *header*. Kemudian di bagian *header* dengan kondisi tekanan seimbang selanjutnya didistribusikan melalui sejumlah selang karet ke bank tabung. Pada saat berada di bank tabung tekanan disamakan kedalam arah silang. Setelah itu diteruskan masuk ke generator turbulensi yang merupakan bagian dari bank tabung, pada bagian ini aliran dipercepat mencapai penurunan tekanan dan turbulensi yang lebih tinggi. Kemudian memasuki *nozzel* konvergen dimana aliran dipercepat sampai pada kecepatan jet yang diinginkan. Di dalam *nozzel* konvergen sejumlah irisan

ditempatkan untuk mempertahankan tingkat turbulensi yang cukup. Setelah *nozzel* konvergen, jet keluar dari *headbox* dan memasuki ujung gulungan pembentuk dan gulungan dada.



Gambar 1. Proses Aliran di Sekitar Headbox

Pada penelitian (Ardika, 2008) [8] menyatakan bahwa besar kecilnya bukaan pada *Slice* menentukan sifat produk kertas Sigaret seperti *Thickeness*, *grammature*. Dari pancaran melalui *Slice*, *Stock* akan jatuh pada permukaan *Wire*. Di atas *Stock* mengalami *drainage*. Pada peristiwa *drainage* ini diharapkan sebanyak mungkin serat dan filter yang tertahan di atas *wire*. Kecepatan *drainage* yang terlalu tinggi menyebabkan partikel yang halus dan filter lolos bersama air sehingga pembentukan lembaran tidak baik.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Norman dan Söderberg dimana pembentukan formasi kertas akan semakin meningkat sejalan dengan berkurangnya besaran bukaan slice (irisan) pada mesin pencetak kertas EuroFEX dan mulai memburuk ketika tidak sampai sekitar 5 mm dikarenakan konsentrasi pembentukan yang tinggi [9].

Adapun tujuan penelitian ini untuk melihat bagaimana pengaruh besarnya bukaan *slice* terhadap kecepatan alir *stock* dan bagaimana pengaruhnya terhadap formasi kertas, sehingga kualitas kertas yang dihasilkan tetap terjaga memenuhi kriteria konsumen.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana data-data diperoleh dari penelitian. Kemudian dianalisis dengan menggunakan pendekatan *persamaan bernoulli dengan azas kontinuitas fluida*. Populasi dalam penelitian ini merupakan data yang tersedia di PT.X *Pulp & Paper* dan sampel digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi 2022. Data dikumpulkan melalui wawancara dan observasi. Pada penelitian ini, data proses produksi yang digunakan merupakan sampel penelitian yaitu data bukaan *headbox*.

### 2.1. Pendekatan Persamaan Bernoulli Dengan Azas Kontinuitas Fluida

Untuk menentukan kecepatan alir *stock* pada bukaan *slice headbox*, diketahui dengan pendekatan terhadap persamaan *bernoulli* dengan azas kontinuitas *fluida*, sebagai berikut:

$$P_1 + Ek_1 + EP_1 = P_2 + Ek_2 + EP_2 \quad (1)$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2 \quad (2)$$

Membuat arah kontinuitas:

$$Q_1 = Q_2 \quad (3)$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (4)$$

Sehingga:

$$v_1 = \frac{A_2}{A_1} \cdot v_2 \quad (5)$$

Karena pada alat yang dianalisa tidak terdapat perbedaan ketinggian, maka  $EP_1 = EP_2$

Sehingga:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho \left(\frac{A_2}{A_1} v_2\right)^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2 \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 \left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right) \quad (6)$$

Dimana:

$v_1 =$  kecepatan alir masuk (m/s)

$v_2 =$  kecepatan alir luar (m/s)

$P_1 =$  tekanan headbox (bar)

$P_2 =$  tekanan ruangan (bar)

$A_1 =$  luas penampang dalam ( $m^2$ )

$A_2 =$  luas penampang bukaan slice ( $m^2$ )

$\rho =$  massa jenis pulp ( $kg/m^3$ )

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan Data spesifikasi headbox dan data sampel bukaan Slice Headbox dibandingkan dengan besarnya perubahan tekanan yang dihasilkan:

#### a. Headbox

Brand	: Valmet
Bukaan Slice (mm)	: 7
Panjang 1 (mm)	: 13000
Panjang 2 (mm)	: 9000
Tekanan ruangan (bar)	: 1,013

Tabel 3.1 Data Headbox

Speed Mesin (mpm)	Tekanan (bar)	Bukaan Slice (mm)
1100	2	7
1080	1,8	7,3
1050	1,6	7,7
1020	1,3	8,4

Berikut merupakan pengaruh bukaan slice terhadap besar kecepatan alir stock:

1. Besar kecepatan alir stock dengan bukaan slice 7 mm

$$A_1 = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$\begin{aligned}
 A_1 &= 13000 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \\
 A_1 &= 91000 \text{ mm}^2 = 91 \text{ m}^2 \\
 A_2 &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\
 A_2 &= 9000 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \\
 A_2 &= 63000 \text{ mm}^2 = 63 \text{ m}^2 \\
 P_1 - P_2 &= \frac{1}{2} \rho v_2^2 \left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right) \\
 2 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} - 1,013 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} &= \frac{1}{2} 1240 \text{ kg/m}^3 \cdot v_2^2 \left(1 - \left(\frac{63 \text{ m}^2}{91 \text{ m}^2}\right)^2\right) \\
 0,987 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} &= 620 \text{ kg/m}^3 \cdot v_2^2 (1 - (0,69)^2) \\
 0,987 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} &= 620 \text{ kg/m}^3 \cdot v_2^2 (1 - 0,47) \\
 98700 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} &= 620 \text{ kg/m}^3 \cdot v_2^2 (0,53) \\
 98700 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2} &= 328,6 \text{ kg/m}^3 \cdot v_2^2 \\
 v_2^2 &= \frac{98700 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}}{328,6 \text{ kg/m}^3} \\
 v_2 &= \sqrt{300,36 \text{ m}^2/\text{s}^2} \\
 v_2 &= 17,33 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.2 Rekapitulasi perhitungan Besar Bukaannya Slice Terhadap Besar Kecepatan Alir Stock

Bukaan Slice (mm)	Kecepatan Alir Stock (m/s)
7	17,33
7,3	16,1
7,7	14,83
8,4	12,02

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3.3 Data Perbandingan Besar Bukaannya Slice dan Formasi Kertas

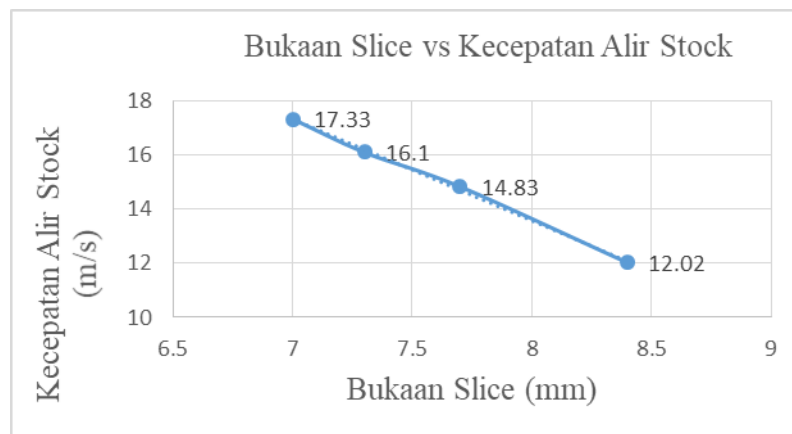
Bukaan Slice (mm)	Formasi Kertas
7	69,8
7,3	66,1
7,7	64,8
8,4	61,3

Sumber: Data Sekunder Dari Perusahaan

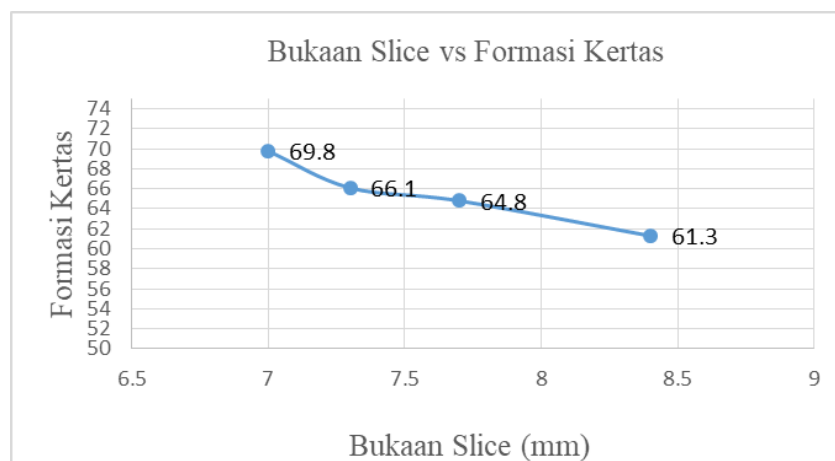
Berdasarkan hasil rekapitulasi perhitungan pada Tabel 3.2, terdapat pengaruh linear negatif bukaan slice terhadap kecepatan alir stock seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dimana semakin rendah bukaan slice maka semakin besar kecepatan alir stock demikian sebaliknya. Berdasarkan data yang didapat dari perusahaan sesuai dengan Tabel 3.3 juga

terdapat pengaruh linear yang negatif seperti yang ditunjukkan Gambar 3.2 dimana semakin rendah bukaan *slice* semakin tinggi tingkat formasi kertas yang dihasilkan demikian sebaliknya.

Dengan demikian pengaruh bukaan *slice* jika terlalu besar dan terlalu kecil akan mempengaruhi kecepatan alir *stock* dan pembentukan formasi kertas. Maka semakin besar bukaan *slice* kecepatan alir *stock* akan lambat dan mempengaruhi pembentukan formasi kertas yang mengakibatkan pembentukan formasi kertas akan rendah dan munculnya *watermark* pada kertas yaitu butiran-butiran air di kertas yang tidak sesuai dengan standar kualitas. Semakin kecil bukaan *slice* maka kecepatan alir *stock* akan semakin cepat dan pembentukan formasi kertas akan semakin bagus, sehingga pori-pori pada kertas akan rapat pada formasinya dan sesuai dengan standar kualitas.



Gambar 3.1 Pengaruh Bukaan *Slice* Terhadap Kecepatan Alir *Stock*



Gambar 3.2 Pengaruh Bukaan *Slice* Terhadap Formasi Kertas

#### 4. KESIMPULAN

1. Besarnya kecepatan alir *stock* dengan bukaan *slice* 7 mm adalah sebesar 17,33 m/s, kecepatan alir *stock* dengan bukaan *slice* 7,3 mm adalah sebesar 16,10 m/s, kecepatan alir *stock* dengan bukaan *slice* 7,7 mm adalah sebesar 14,83 m/s, kecepatan alir *stock* dengan bukaan *slice* 8,4 mm adalah sebesar 12,02 m/s.
2. Pada bukaan *slice* yang besar pada *headbox* maka kecepatan alirnya akan lambat dan kualitas yang dihasilkan dari pembentukan formasi kertas tidak akan sesuai

dengan standar dan pada bukaan *slice* yang kecil pada *headbox* maka kecepatan alirnya semakin cepat maka kualitas yang dihasilkan akan sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

## 5. SARAN

1. Selain besarnya kecepatan aliran *stock* memungkinkan juga untuk dilakukan analisis besarnya tekanan terhadap pembentukan formasi kertas.
2. Pada proses produksi di pabrik kertas terdapat proses mekanisasi lainnya yang dapat menyebabkan kerusakan/cacat produk, sehingga sangat memungkinkan pengembangan penelitian untuk meningkatkan produksi dan meminimalisir cacat produk, seperti pada mesin press kertas, dan lain sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jatmika, 2022, Menilik Potensi Industri Pulp dan Kertas Berkelanjutan sebagai PenggerakPerekonomianIndonesia, <https://money.kompas.com/read/2022/03/14/202500826/menilik-potensi-industri-pulp-dan-kertas-berkelanjutan-sebagai-penggerak>
- [2] B. Nurmansyah, 2023, Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha Analisis Downtime Paper Machine Menggunakan Metode FMEA untuk Menurunkan Cacat Sheet Break Analysis of Paper Machine Downtime Using the FMEA Method to Reduce Sheet Break Defects,” *Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 11 No.1, no. 1, pp. 145–166, [Online]. Available: <http://10.0.93.79/jptm.v11i1.56628>
- [3] D. I. Situngkir, 2019, Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine, *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, p. 39, 2019, doi: 10.36055/fwl.v1i1.5489.
- [4] A. Widayanti and I. Rostika, 2019, Analisis Mutu Proses Produksi Kertas Dupleks dengan Mempertimbangkan Waktu Kerusakan untuk Meminimumkan Biaya Cacat, *J. Selulosa*, vol. 9, no. 02, p. 87, doi: 10.25269/jsel.v9i02.280.
- [5] R. A. Prasetyo and H. Mahmudi, 2021, Analisa Pengaruh Kecepatan Produksi Terhadap Gramatur Pembuatan Kertas, *J. Mesin Nusant.*, vol. 4, no. 2, pp. 108–113, doi: 10.29407/jmn.v4i2.17293.
- [6] A. K. Paminto, R. Surya Sitorus, R. Firmansyah, and N. Sahari Laili, 2020, Kajian Efisiensi Energi di Industri Pulp dan Kertas, *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 13, no. 1, p. 1, , doi: 10.24843/jem.2020.v13.i01.p01.
- [7] A. Ismayana, T. Puspaningrum, M. U. Putri, and N. S. Indrasti, 2022, Kajian Implementasi Peluang Produksi Bersih Pada Industri Kertas Sack Kraft Pt X, *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 32, no. 1, pp. 74–83, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.1.74.
- [8] A. A. J. Ardika, 2008, Analisa Pengendalian Kualitas Pada Cigarette Paper Jenis Vellin 60 dengan Menggunakan Peta Kontrol dan Acceptance Sampling, Skripsi, Universitas Brawijaya.

- 
- [9] B. Norman and D. Söderberg, 2001, Overview of Forming Literature, 1990-2000, 2001, in *Trans. of the XIIth Fund. Res. Symp. Oxford*, C. F. Baker, Ed., Fundamental Research Committee (FRC), Manchester, pp. 431–558. doi: 10.15376/frc.2001.1.431.
-