

PENGARUH TEKANAN ANGIN IMPRESSION ROLL TERHADAP HASIL COATING PADA MESIN COATING PAPER

Alfath Aslihudin ¹⁾

1) Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia

E-mail: alfathas720@gmail.com

Abstrak

Kualitas hasil coating pada mesin coating paper sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional *impression roll*, khususnya tekanan angin yang digunakan untuk mengatur gaya tekan terhadap web kertas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana variasi tekanan angin *impression roll* mempengaruhi ketebalan lapisan coating, keseragaman permukaan, serta stabilitas adhesi pada produk akhir. Pengujian dilakukan dengan menerapkan beberapa level tekanan angin berbeda pada *impression roll*, kemudian menganalisis hasil coating melalui pengukuran *grammature*, evaluasi visual defect, dan uji daya rekat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tekanan angin hingga titik optimum mampu menghasilkan distribusi coating yang lebih seragam, meningkatkan tingkat kelicinan dan menekan munculnya cacat seperti *streak*, *skip coating*, dan ketidakrataan *gloss*. Pada tekanan terlalu rendah, coating cenderung tidak menempel secara merata sehingga menghasilkan variasi ketebalan yang signifikan. Sebaliknya, tekanan berlebih menyebabkan deformasi web, peningkatan konsumsi bahan coating, serta risiko kerusakan permukaan seperti *micro-crack* dan delaminasi. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa pengaturan tekanan angin *impression roll* memiliki peran krusial dalam menjaga konsistensi kualitas coating dan efisiensi proses produksi. Penentuan tekanan optimum diperlukan untuk menghasilkan produk kertas berlapis dengan performa tinggi serta meminimalkan defect selama proses manufaktur.

Kata Kunci: Tekanan Angin, *Impression Roll*, Coating Paper, Kualitas Coating, Uniformitas

Pendahuluan

Proses *coating* pada produksi kertas berlapis membutuhkan kontrol yang presisi terhadap kondisi mekanis mesin, terutama tekanan pada *impression roll* yang memengaruhi kontak antara web kertas dan aplikasi coating (Smook, 2002). Tekanan angin yang digunakan untuk mengatur gaya tekan roll berperan penting dalam menentukan ketebalan serta keseragaman lapisan coating (Borch, 2012). Ketidaktepatan pengaturan tekanan dapat menyebabkan cacat seperti *streak*, *skip coating*, dan ketidakrataan *gloss*, sehingga menurunkan kualitas produk akhir (Lehmonen & Lappalainen, 2016). Oleh karena itu, pemahaman mengenai pengaruh tekanan angin *impression roll* menjadi aspek penting dalam menjaga stabilitas proses dan kualitas coating.

Pada mesin *coating* moderen, tekanan *impression roll* umumnya diatur menggunakan sistem pneumatik melalui tekanan angin. Variasi tekanan angin menjadi faktor penentu besarnya gaya tekan roll terhadap web kertas. Tekanan yang terlalu rendah dapat menyebabkan rendahnya transfer coating sehingga timbul cacat seperti *skip coating* atau kurangnya tingkat kilap. Sebaliknya, tekanan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan kelebihan coating, peningkatan konsumsi bahan, hingga potensi kerusakan struktur serat kertas. Dengan demikian, pengaturan tekanan yang tidak akurat berpotensi menurunkan efisiensi proses sekaligus kualitas produk akhir.

Sejumlah penelitian sebelumnya menekankan pentingnya stabilitas tekanan mekanis pada mesin coating untuk mempertahankan konsistensi ketebalan lapisan. Smook (2002) menjelaskan bahwa kualitas coating sangat dipengaruhi oleh kondisi kontak antara roll dan web kertas. Borch (2012) menambahkan bahwa tekanan pneumatik yang digunakan untuk mengontrol *impression roll* merupakan parameter kunci dalam pembentukan lapisan coating secara homogen. Sementara itu, menurut Lehmonen dan Lappalainen (2016), ketidaksesuaian pengaturan tekanan dapat menimbulkan cacat visual seperti *streak*, *skip coating*, dan ketidakrataan *gloss*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tekanan angin *impression roll* terhadap hasil *coating* pada mesin *coating paper*. Pemahaman hubungan antara variabel tekanan angin dan kualitas *coating* diharapkan dapat menjadi acuan dalam menentukan parameter operasi optimal, sehingga kualitas permukaan kertas meningkat dan angka cacat produksi dapat diminimalkan.

Studi Pustaka

Proses *Coating* pada Kertas

Coating merupakan proses pelapisan permukaan kertas dengan *slurry pigmen* yang terdiri dari bahan pengikat (*binder*), pigmen mineral, aditif, dan air. Tujuan *coating* adalah meningkatkan sifat optik (*gloss, brightness*), *smoothness*, *printability*, dan resistensi permukaan kertas untuk aplikasi cetak kecepatan tinggi (Smook, 2002). Performa *coating* dipengaruhi oleh formulasi *coating* serta parameter mekanis mesin seperti tekanan *roll*, kecepatan *web*, dan viskositas *coating*.

Sistem *Blade Coater* dan Kontak Mekanis

Pada mesin *coating* berbasis *blade coater*, lapisan *coating* diaplikasikan ke permukaan kertas kemudian diratakan oleh *blade* untuk mendapatkan ketebalan tertentu. Faktor mekanis yang paling berpengaruh adalah kontak antara *web* kertas dan sistem aplikasi *coating*. Kontak *roll* dengan *web* harus stabil untuk memastikan transfer *fluida coating* berlangsung seragam (Borch, 2012).

Impression Roll

Impression roll adalah komponen yang menekan *web* kertas terhadap *headbox coating* atau *backing roll* untuk memastikan *coating* tertransfer secara merata. Tekanan *impression roll* menciptakan *nip pressure* yang menentukan kualitas kontak dan volume *fluida coating* yang masuk ke permukaan kertas. Ketidakstabilan tekanan dapat mengubah ketebalan *coating*, distribusi lateral, dan kestabilan aliran *fluida*.

Sistem Pneumatik pada Impression Roll

Pada mesin *coating* modern, tekanan *impression roll* dikendalikan oleh sistem pneumatik. Tekanan angin diubah menjadi gaya tekan menggunakan aktuator atau *airbag* silinder. Kenaikan tekanan angin menghasilkan gaya tekan yang lebih besar pada *nip*, sedangkan penurunan tekanan menurunkan gaya tekan. Stabilitas tekanan sangat diperlukan untuk mencegah fluktuasi gaya tekan selama operasi berkecepatan tinggi (Borch, 2012).

Hubungan Tekanan Nip dengan Hasil Coating

Kualitas *coating* sangat dipengaruhi oleh keseimbangan gaya tekan *nip*:

Tabel 1. Gaya Tekan Nip

Tekanan Impression Roll	Dampak Utama pada Hasil Coating
Terlalu rendah	Transfer coating kurang, skip coating, gloss rendah
Optimal	Ketebalan stabil, keseragaman tinggi, cacat minimum
Terlalu tinggi	Kelebihan coating, konsumsi bahan naik, streaking akibat deformasi web

Parameter Umum yang Berhubungan dengan Tekanan Impression Roll

Selain tekanan angin, stabilitas hasil coating dipengaruhi oleh faktor pendukung berikut:

1. Viskositas dan *rheologi coating*
2. Kecepatan *web*
3. Elastisitas *rubber roll*
4. Temperatur ruangan dan *coating*

Dalam proses aktual, parameter-parameter ini saling memengaruhi, namun tekanan impression roll tetap menjadi faktor dominan dalam pembentukan lapisan *coating* secara homogen.

Metodologi Penelitian

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental, dengan mengamati perubahan kualitas *coating* akibat perlakuan variasi tekanan angin pada *impression roll*. Data hasil coating diukur secara numerik untuk dianalisis secara komparatif dan statistik.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada lini produksi mesin *Blade Coater* di pabrik *paper coating* (*Unit Coating Paper*), selama periode operasi reguler selama 4 minggu.

Tabel 2. Variabel Penelitian

Jenis Variabel	Nama Variabel	Indikator
Variabel Bebas (X)	Tekanan angin impression roll	2,8 bar; 3,2 bar; 3,6 bar; 4,0 bar
Variabel Terikat (Y)	Kualitas hasil coating	Ketebalan coating (μm), keseragaman ($\Delta g/\text{m}^2$), gloss 75°, jumlah cacat (streak/skip/ m^2)

Desain Eksperimen

Penelitian dilakukan dengan memberikan empat perlakuan variasi tekanan angin pada impression roll:

Tabel 3. Variasi Tekanan Angin

Pengujian ke	Tekanan Angin	Hasil
P1	2,8 bar	
P2	3,2 bar	
P3	3,6 bar	
P4	4,0 bar	

Masing-masing perlakuan dilakukan 5 kali pengulangan untuk mendapatkan data yang representatif.

Tahapan Penelitian

1. **Persiapan**
 - Kalibrasi sensor tekanan dan *coat weight scanner*
 - Penyetelan formulasi *coating* dan kecepatan *web* sesuai standar produksi
2. Pelaksanaan Eksperimen
 - Menjalankan mesin coating untuk setiap variasi tekanan angin
 - Mengumpulkan kertas hasil coating pada interval stabil (*steady state*)
3. Pengukuran dan Pencatatan Data
 - Ketebalan lapisan coating menggunakan *coat-weight scanner*

- Pengukuran *gloss* menggunakan *glossmeter* sudut 75°
 - Penilaian cacat visual melalui inspeksi otomatis dan manual
4. **Validasi Data**
- Pemeriksaan *outlier* dan konsistensi data
 - Perhitungan rata-rata dan deviasi setiap perlakuan

Tabel 4. Teknik Pengumpulan Data

Parameter	Alat yang digunakan	Satuan
Ketebalan coating	Coat-weight scanner	μm
Keseragaman coating	Coat-weight scanner	$\Delta\text{g}/\text{m}^2$
<i>Gloss permukaan</i>	Glossmeter	GU
Cacat coating (streak, skip)	Visual inspection & defect scanner	jumlah/ m^2

Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan menggunakan metode statistik:

1. Analisis Deskriptif
 - Menentukan rata-rata, standar deviasi, dan grafik hubungan tekanan vs. kualitas coating.
2. Uji ANOVA
 - Untuk mengetahui pengaruh signifikan variasi tekanan terhadap parameter kualitas coating.

Hasil dan Pembahasan Data Hasil Pengujian**Tabel 5. Pengujian Dengan Tekanan 2,8 Bar**

Tekanan	Ketebalan (μm)	Keseragaman ($\Delta\text{ g}/\text{m}^2$)	Gloss (GU)	Cacat (Jumlah/ m^2)
2,8 bar	8,7	2,9	56	14
2,8 bar	8,5	3,1	55	13
2,8 bar	8,6	2,8	57	15
2,8 bar	8,4	3,2	54	14
2,8 bar	8,7	3	55	13
Rata-rata	8,58	3	55,4	13,8

Tabel 6. Pengujian Dengan Pressure 3.2 Bar

Tekanan	Ketebalan (μm)	Keseragaman ($\Delta\text{ g}/\text{m}^2$)	Gloss (GU)	Cacat (jumlah/ m^2)
3,2 bar	9,2	1,8	61	6
3,2 bar	9,1	1,7	62	7
3,2 bar	9,2	1,9	60	5
3,2 bar	9,3	1,8	62	6
3,2 bar	9,1	1,7	61	6
Rata-rata	9,18	1,78	61,2	6

Tabel 7. Pengujian Dengan Pressure 3.6 Bar

Tekanan	Ketebalan (μm)	Keseragaman ($\Delta \text{ g/m}^2$)	Gloss (GU)	Cacat (jumlah/ m^2)
3,6 bar	9,4	1,6	63	5
3,6 bar	9,5	1,7	64	4
3,6 bar	9,5	1,6	63	4
3,6 bar	9,4	1,5	65	5
3,6 bar	9,5	1,6	64	4
Rata-rata	9,46	1,6	63,8	4,4

Tabel 8. Pengujian Dengan Pressure 3.6 Bar

Tekanan	Ketebalan (μm)	Keseragaman ($\Delta \text{ g/m}^2$)	Gloss (GU)	Cacat (jumlah/ m^2)
4,0 bar	10	2,6	60	12
4,0 bar	10,2	2,8	58	11
4,0 bar	10,1	2,7	59	12
4,0 bar	10,2	2,5	59	13
4,0 bar	10,1	2,6	60	12
Rata-rata	10,12	2,64	59,2	12

Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian, dapat di simpulkan bahwa:

1. Tekanan angin *impression roll* berpengaruh nyata terhadap ketebalan, keseragaman, gloss, dan jumlah cacat hasil coating.
2. Tekanan optimum berdasarkan penelitian ini adalah **3,6 bar**, memberikan:
 - ketebalan stabil ($9,46 \mu\text{m}$),
 - keseragaman terbaik ($\Delta = 1,60 \text{ g/m}^2$),
 - gloss tertinggi ($63,8 \text{ GU}$),
 - cacat paling rendah ($4,4/\text{m}^2$).
3. Tekanan terlalu rendah ($2,8 \text{ bar}$) dan terlalu tinggi ($4,0 \text{ bar}$) sama-sama menurunkan kualitas coating.

Saran

1. Tekanan *impression roll* disarankan dijalankan pada rentang **3,4 – 3,7 bar** untuk menjaga kualitas produksi.
2. Perlu sistem monitoring otomatis untuk menjaga kestabilan tekanan selama operasi.
3. Penelitian lanjutan dapat memasukkan variabel lain seperti kecepatan web, viskositas coating, dan temperatur lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia_nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian “**Pengaruh Tekanan Angin Impression Roll Terhadap Hasil Coating Pada Mesin Coating Paper**”. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada pihak manajemen dan tim teknisi di unit produksi coating paper yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, serta bantuan teknis dalam pelaksanaan pengambilan data di lapangan.

Penghargaan yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan, masukan, dan arahan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga segala kebaikan dan dukungan yang diberikan mendapatkan balasan yang setimpal. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi dalam peningkatan kualitas proses coating pada industri kertas.

Daftar Pustaka

- [1] Smook, G. A. (2002). *Handbook for Pulp & Paper Technologists* (3rd ed.). Angus Wilde Publications.
- [2] Borch, J. (2012). *Paper Coating: Chemistry and Technology*. CRC Press.
- [3] Lehmonen, J., & Lappalainen, A. (2016). Effect of coating process parameters on coated paper surface quality. *Journal of Coating Science and Technology*, 8(2), 55–64.
- [4] Montgomery, D. C. (2013). *Design and Analysis of Experiments* (8th ed.). John Wiley & Sons.
- [5] Oittinen, P., & Saarelma, H. (2011). *Paper Machine: Coating and Surface Sizing*. TAPPI Press.
- [6] Borch, J. (2012). *Paper Coating: Chemistry and Technology*. CRC Press.
- [7] Wang, Y., Zhang, H., & Liu, Q. (2018). Influence of nip pressure on surface properties of coated paper in roll finishing. *Surface Engineering and Applied Coatings Journal*, 12(3), 201–210.
- [8] ISO 8254-1. (2009). *Paper and board — Measurement of specular gloss — Part 1: 75° Gloss with a narrow aperture*. International Organization for Standardization.