

# Studi Sifat Keterbasahan pada Material Slumpring Bambu dengan Metode Pengukuran Sudut Kontak Permukaan<sup>1</sup>

Y. Ahmad<sup>1,\*</sup>, I. Kusumaningtyas<sup>1</sup> dan G.O.F. Parikesit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

<sup>2</sup>Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

Jl. Grafika No. 2, Kompleks UGM, Yogyakarta 55281, Indonesia

\*E-mail: [yusufahmad@mail.ugm.ac.id](mailto:yusufahmad@mail.ugm.ac.id)

## Abstrak

Slumpring merupakan istilah dalam Bahasa Jawa untuk pelepah yang menyelubungi ruas batang bambu. Salah satu pemanfaatan slumpring ini ditemukan pada alat musik bundengan. Sebelum dimainkan oleh musisi, biasanya bundengan dilakukan proses perendaman untuk menghasilkan bunyi yang enak didengar. Selain itu zaman dahulu bundengan ini juga dimanfaatkan sebagai tudung pelindung hujan oleh penggembala bebek. Hal ini membuat interaksi slumpring dan air terlihat unik. Dari informasi tersebut menimbulkan sebuah dugaan bahwa slumpring memiliki dua sifat keterbasahan yaitu hidrofilik berdasarkan perlakuan oleh musisi terhadap bundengan dan hidrofobik berdasarkan pemanfaatan bundengan oleh penggembala bebek. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan dugaan tersebut dengan menganalisis sudut kontak pada dinding luar dan dinding dalam slumpring. Tidak hanya itu, penelitian ini juga mengukur sudut kontak yang terjadi pada area tengah dan tepi slumpring. Penelitian ini menggunakan peralatan sederhana dan telepon cerdas untuk merekam citra sudut kontak. Analisis citra yang dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak ImageJ. Hasilnya kedua dinding dengan masing-masing sisinya ternyata memiliki sifat hidrofilik. Sudut kontak dinding luar area tengah dan tepi bernilai  $60,4 \pm 8,4^\circ$  dan  $60,7 \pm 12,4^\circ$  sedangkan sudut kontak dinding dalam area tengah dan tepi bernilai  $42,1 \pm 9,7^\circ$  dan  $47,5 \pm 1,2^\circ$ .

**Kata kunci:** slumpring bambu, sifat keterbasahan, sudut kontak, telepon cerdas.

## Abstract

Slumpring is the Javanese term for the sheaths that cover the nodes of a bamboo culm. One of the uses of slumpring is found on the bundengan musical instrument. Before being played by musicians, usually the bundengan is drenched with water so that it can produce better sound. In the olden days, the bundengan was also utilized as a rain cover by duck herders. This information shows an interesting interaction between slumpring and water, which gives rise to a conjecture that slumpring has two wetting characteristics: hydrophilic based on musicians' treatment of the bundengan and hydrophobic based on how duck herders use it. This work aims to confirm the above conjecture by analyzing the contact angle formed by water droplets on the outer and inner slumpring surface. The contact angles on the middle area and near the edge of the slumpring were also measured. This research utilized simple devices and a smartphone to take images of the contact angles. Image analysis is carried out with the ImageJ software. The results show that both surfaces are, in fact, hydrophilic. The contact angle on the middle area and near the edge of the outer surface are  $60,4 \pm 8,4^\circ$  dan  $60,7 \pm 12,4^\circ$  respectively, whereas they are  $42,1 \pm 9,7^\circ$  dan  $47,5 \pm 1,2^\circ$  respectively on those of the inner surface.

**Keywords:** Bamboo culm sheath; wetting characteristic; contact angle; smartphone.

---

<sup>1</sup> Best paper kategori Bidang Mekanika Terapan dalam *Mechanical Engineering and Emerging Technologies National Conference (MEET-nConf) 2023*, 10 Agustus 2023 di Yogyakarta..

## 1. PENDAHULUAN

Bambu merupakan tanaman yang cepat tumbuh dan berkembang. Indonesia memiliki 154 dari 1718 spesies bambu di dunia. Masyarakat sering memanfaatkan bagian batang sebagai struktur bangunan dan alat musik serta bagian daun sebagai obat-obatan. Selain batang dan daun, terdapat juga bagian yang dapat dimanfaatkan yaitu slumpring.

Slumpring merupakan istilah dalam Bahasa Jawa untuk pelepah yang menyelubungi ruas batang bambu. Gambar 1(a) merupakan slumpring yang masih menempel batang dan (b) akan terlepas dari batang. Masyarakat sering mengatakan slumpring sebagai bagian organ dari daun (Wardani, 2021). Akan tetapi, Wang (2017) membuktikan bahwa menurut struktur anatomi, slumpring merupakan organ modifikasi dari batang, bukanlah daun.

Pemanfaatan slumpring ditemukan pada alat musik yang bernama bundengan yang merupakan alat musik tradisional yang berasal dari Wonosobo, Jawa Tengah. Alat musik ini terdiri dari beberapa struktur yaitu, kowangan, senar dan pelat bambu. Slumpring ini digunakan sebagai pelapis pada kowangan. Struktur bundengan dapat dilihat pada Gambar 2. Alat musik ini mengeluarkan bunyi serupa dengan alat musik yang berada pada gamelan seperti kendang, kenong, kempul, kethuk dan gong (Abdulloh, 2017). Zaman dahulu penggembala bebek memanfaatkan bundengan sebagai pelindung dari hujan maupun terik matahari. Saat ini, bundengan tersebut beralih peran sebagai alat musik. Kebiasaan musisi sebelum melakukan pementasan adalah merendam bundengan terlebih dahulu. Perendaman ini bertujuan untuk bunyi yang dihasilkan oleh bundengan terdengar lebih enak. Pemanfaatan bundengan oleh penggembala bebek dan perlakuan yang dilakukan oleh musisi ini memberikan informasi bahwa slumpring diduga memiliki dua sifat keterbasahan yaitu hidrofobik karena bisa melindungi dari hujan dan hidrofilik karena terpengaruh oleh proses perendaman yang terjadi.

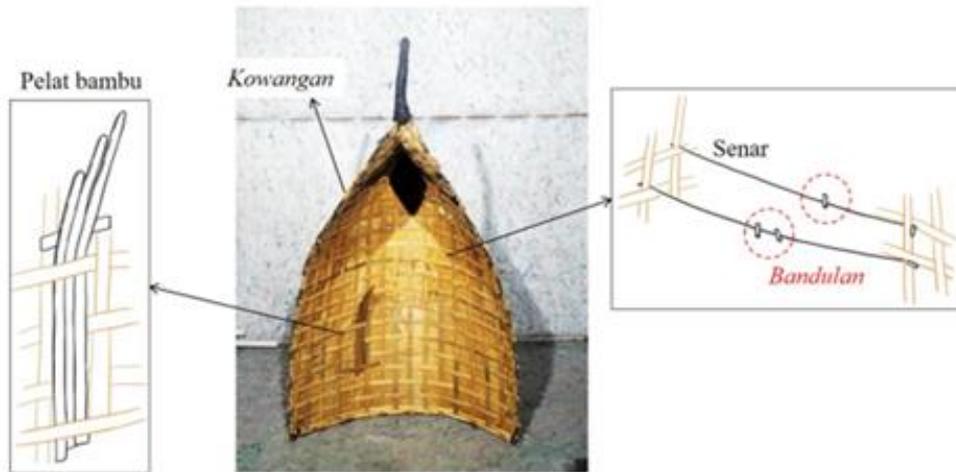


Gambar 1. (a) Slumpring yang masih menempel pada batang. (b) Slumpring akan terlepas dari batang (Wardani, 2021).

Sifat hidrofobik dan hidrofilik suatu material biasanya dilihat dari sudut kontak, yaitu sudut yang terbentuk akibat dari interaksi antar permukaan material dengan cairan. Sudut kontak untuk sifat hidrofobik bernilai  $> 90^\circ$ , sebaliknya untuk sifat hidrofilik bernilai  $< 90^\circ$ . Perbedaan sifat hidrofobik dan hidrofilik pada slumpring belum diketahui sebelumnya. Hal ini bisa saja terjadi seperti halnya daun bambu yang memiliki perbedaan sifat keterbasahan pada sisi atas dan bawah ataupun daun bambu muda yang memiliki dua sifat keterbasahan pada sisi atas daun (Wang dkk., 2022; Wigzell dkk., 2016).

Selain hal tersebut, slumpring juga memiliki keunikan lain. Parikesit dan Kusumaningtyas (2020) melaporkan bahwa slumpring memiliki perbedaan bentuk dalam keadaan basah dan kering. Bentuk dalam keadaan basah silinder sedangkan dalam keadaan kering yaitu planar. Perbedaan bentuk ini dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung pada slumpring. Perubahan bentuk ini dikenal sebagai sifat *shape-shifting* (Wardani dkk., 2021). Perubahan bentuk ini bisa saja dimanfaatkan sebagai material rekayasa untuk ke depannya.

Penelitian ini berfokus pada sifat keterbasahan dengan menganalisis sudut kontak yang terjadi pada slumpring yang digunakan pada bundengan. Analisis sifat keterbasahan dilakukan pada dinding luar dan dinding dalam pada bagian tengah dan tepi sesuai arah pertumbuhan slumpring.



Gambar 2. Struktur bundengan (Wardani, 2021).

## 2. METODE PENELITIAN

Spesimen yang digunakan merupakan slumpring bambu apus (*Gigantochloa apus*). Slumpring tersebut dalam keadaan kering dan siap digunakan sebagai material bundengan dan dapat dilihat pada Gambar 3. Slumpring tersebut dipotong menjadi empat buah sampel pada masing-masing bagian sisi tengah dan tepi. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan lima buah spesimen kaca untuk melakukan validasi *setup*.

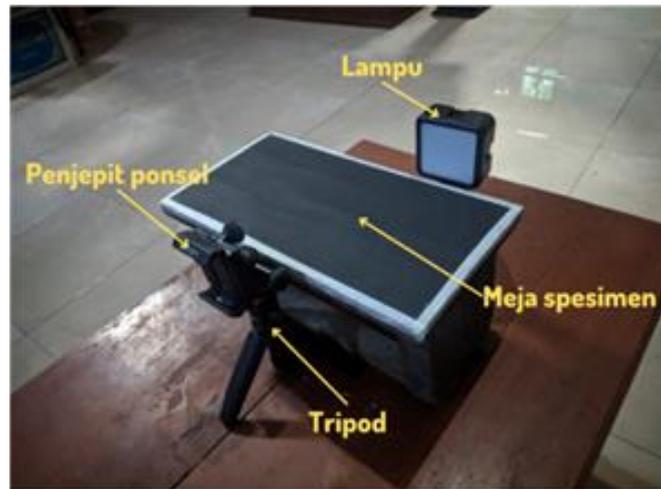


Gambar 3. Spesimen slumpring.

Sudut kontak diukur pada suhu ruangan menggunakan peralatan sederhana yang terdiri dari meja spesimen, dua buah tripod, lampu dan penjepit telepon cerdas. Peralatan tersebut disusun seperti Gambar 4 dan dijaga jarak serta ketinggian tripod supaya tetap sama. Sebelum digunakan untuk pengambilan data slumpring, *setup* tersebut divalidasi terlebih dahulu menggunakan spesimen kaca yang telah diketahui sudut kontakannya yaitu  $25^\circ$  (Bruus, 2006).

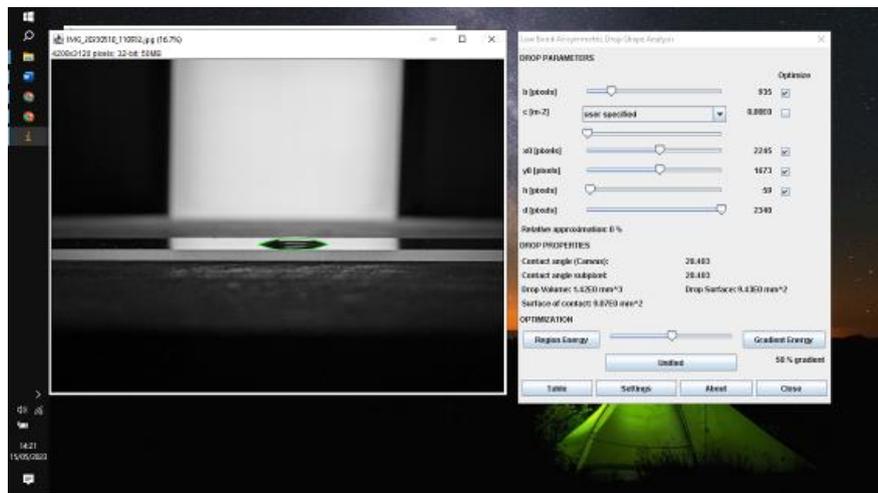
Penetesan air menggunakan Pipette Micro dari Joylab dengan volume yang diatur yaitu  $1 \mu\text{L}$ . Air yang digunakan merupakan air biasa tanpa perlakuan khusus apapun. Perekaman citra sudut kontak menggunakan telepon cerdas Asus Zenfone Max Pro M1 dengan kamera 13 MP. Perekaman citra tetesan air diambil sebanyak tiga kali pada satu spesimen secara beruntun.

Analisis sudut kontak menggunakan perangkat lunak ImageJ dengan *plugin* yang dapat diunduh pada laman <http://bigwww.epfl.ch/demo/dropanalysis/#soft>. Jenis analisis yang digunakan adalah *Low Bond Axisymmetric Drop Shape Analysis* (LBADSA) dengan melakukan pencocokan pola berdasarkan persamaan Young-Laplace ke citra yang dianalisis. Ilustrasi penggunaan *plugin* tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. *Plugin* tersebut digunakan dengan cara mencocokkan pola berwarna hijau terhadap citra tetesan air menggunakan *droplet parameter* yang telah disediakan pada *plugin*. Perekaman citra tiga kali pada spesimen yang sama bertujuan untuk melihat standar deviasi yang terjadi pada saat melakukan analisis menggunakan *plugin* tersebut.



Gambar 4. Setup alat perekaman citra.

Penelitian ini juga menggunakan mikroskop Olympus SZX16 dengan perbesaran lensa 1x. Mikroskop tersebut digunakan untuk melihat permukaan yang terdapat pada slumpring.



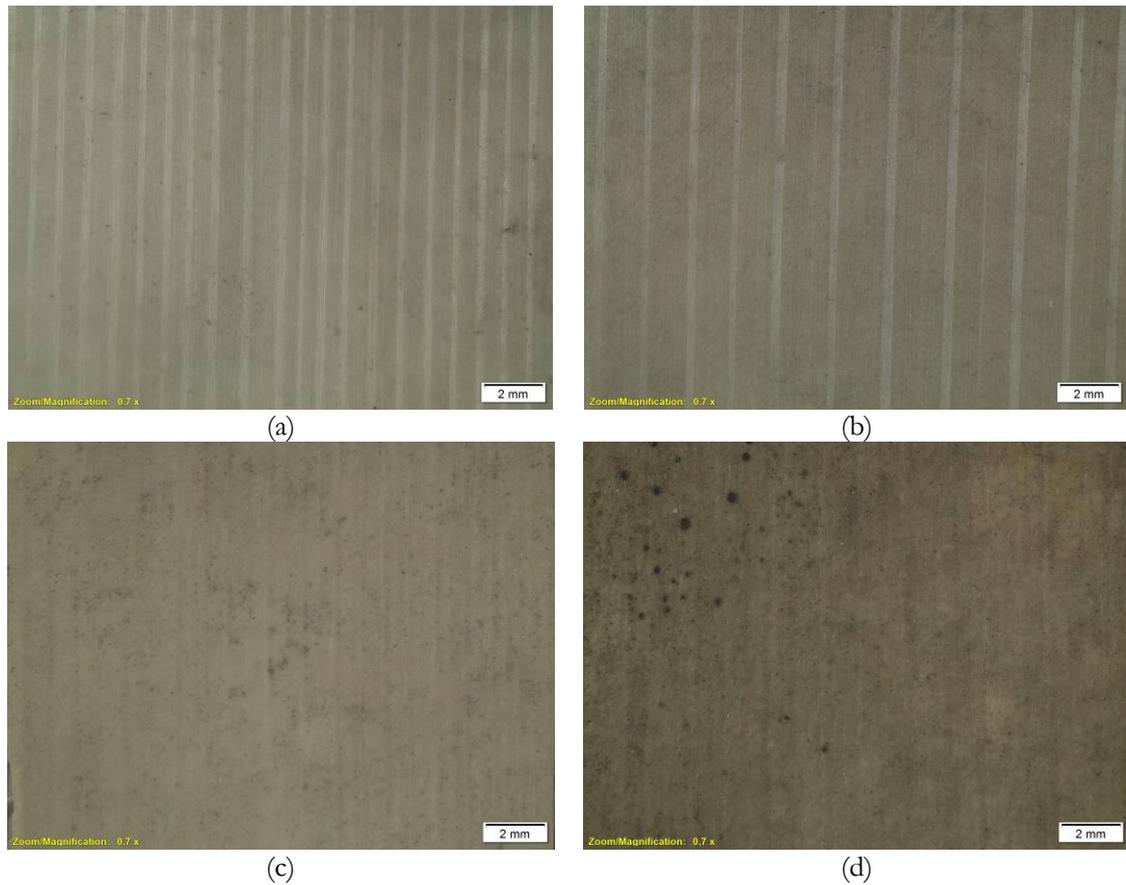
Gambar 5. Analisis menggunakan plugin LBADSA pada citra sudut kontak kaca.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Permukaan Slumpring

Terdapat perbedaan pola pada dinding dalam dan dinding luar slumpring. Dinding dalam membentuk pola semacam jalur-jalur sedangkan dinding luar tidak membentuk pola. Perbedaan ini dapat dilihat dari tampak atas pada Gambar 6.

Pola jalur ini terlihat semakin ke tepi, jalurnya semakin mengecil. Pengecilan jalur ini dapat dilihat pada Gambar 6(a) dan (b) bahwa sisi tengah memiliki lebar jalur kurang lebih 2 mm sedangkan sisi tepi memiliki lebar jalur kurang lebih 1 mm. Pola ini terbentuk akibat dari keberadaan serat-serat pada bagian dalam slumpring. Serat tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Slumpring dinding (a) dalam sisi tepi, (b) dalam sisi tengah, (c) luar sisi tepi, dan (d) luar sisi tengah.

Terdapat tiga macam serat pada slumpring yaitu serat primer, serat sekunder dan serat penghubung. Serat primer adalah serat yang membentuk dinding-dinding jalur. Serat sekunder adalah serat yang menempel pada dinding luar pada slumpring. Serat penghubung adalah serat yang menghubungkan serat primer-sekunder ataupun primer-primer serta berada ditengah-tengah dan memotong jalur.

Jika dilihat pada Gambar 6(a) dan (b) serat primer ini berupa warna yang terang sedangkan warna gelap merupakan celah/jalur pada dinding dalam. Di sisi lain, pada dinding luar yaitu Gambar 6(c) dan (d) tidak terlihat pola serat tersebut. Hal ini disebabkan keberadaan serat sekunder yang menempel pada dinding luar. Serat ini membentuk semacam lapisan sehingga dinding luar terlihat menjadi rapat, dapat dilihat pada Gambar 7(a).



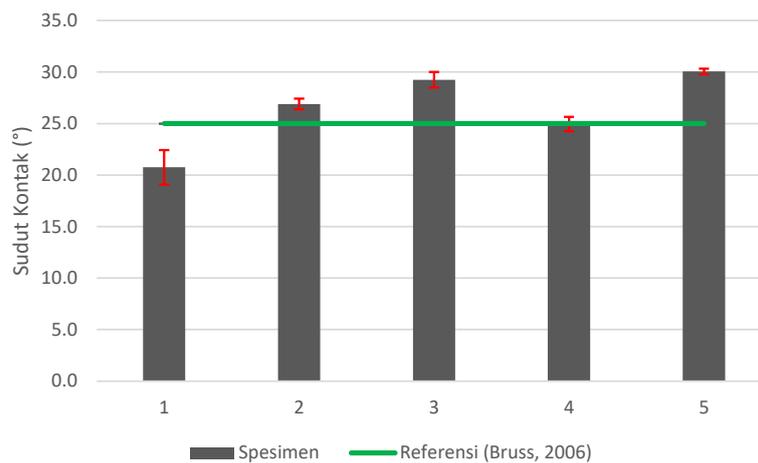
Gambar 7. (a) Slumpring tampak samping. (b) Serat bagian dalam slumpring dilihat dari dinding dalam.

## B. Validasi Setup Alat Pengambilan Data

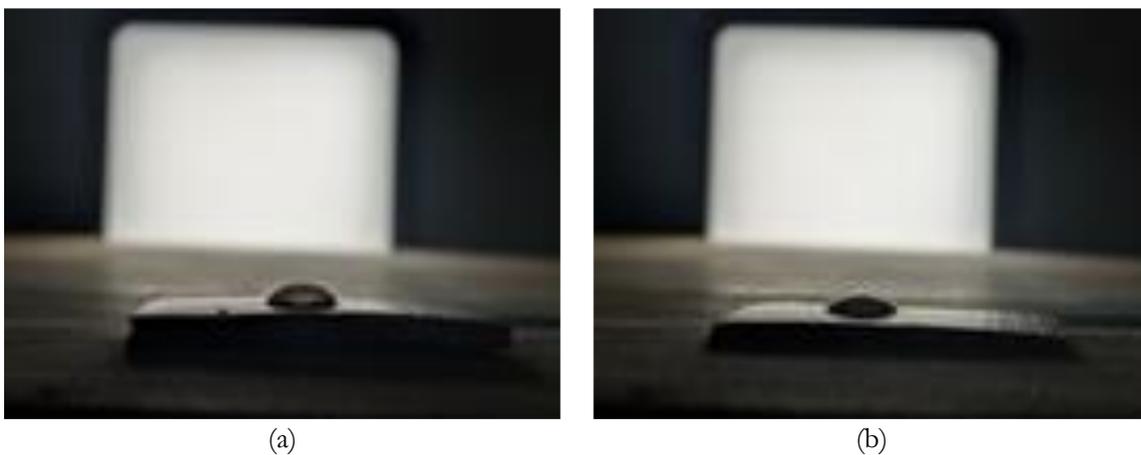
Validasi dilakukan dengan cara mengambil citra sudut kontak dengan menggunakan *setup* yang disusun berdasarkan Gambar 4 dengan spesimen kaca. Validasi menggunakan 5 buah spesimen kaca. Hasil validasi dapat dilihat pada Gambar 8. Data tersebut menjelaskan bahwa rata-rata hasil percobaan dari kelima spesimen yang dilakukan mendekati garis referensi dengan nilai sudut tersebut yaitu  $26,4 \pm 3,3^\circ$  sehingga *setup* tersebut dapat digunakan untuk percobaan terhadap slumpring.

## C. Sudut Kontak Pada Slumpring

Pengukuran sudut kontak dilakukan pada dinding luar dan dinding dalam di area tengah dan tepi slumpring. Contoh perekaman citra sudut kontak pada dinding dalam dapat dilihat pada Gambar 9. Hasil analisis citra dinding dalam dapat dilihat pada Tabel 1. Terlihat pada data tersebut bahwa standar deviasi pada masing-masing spesimen sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa analisis yang dilakukan dengan menggunakan ImageJ sudah sangat baik. Rata-rata sudut kontak yang dihasilkan pada dinding dalam untuk area tengah adalah  $42,1 \pm 9,7^\circ$ , sedangkan area tepi adalah  $47,5 \pm 1,2^\circ$ . Visualisasi rata-rata dapat dilihat pada Gambar 10.



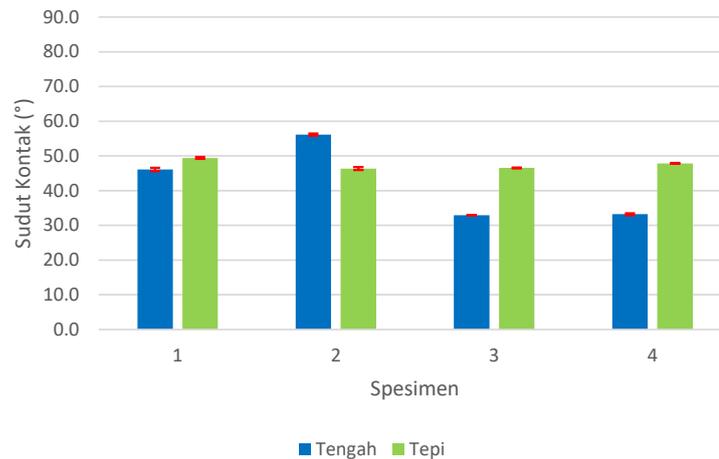
Gambar 8. Data sudut kontak air pada kaca.



Gambar 9. Contoh citra sudut kontak hasil perekaman dinding dalam (a) area tengah dan (b) area tepi.

Tabel 1. Hasil Sudut Kontak pada Dinding dalam Slumpring

Spesimen	Citra ke-	Sudut Kontak (°)	
		Tengah	Tepi
1	1	46,6	49,7
	2	46,1	49,3
	3	45,5	49,1
Rata-rata		46,1	49,4
Standar deviasi		0,4	0,3
2	1	56,5	46,1
	2	55,8	46,9
	3	56,0	46,1
Rata-rata		56,1	46,4
Standar deviasi		0,3	0,5
3	1	32,9	46,6
	2	32,9	46,4
	3	33,0	46,6
Rata-rata		32,9	46,5
Standar deviasi		0,1	0,1
4	1	32,9	47,9
	2	33,5	47,7
	3	33,3	47,9
Rata-rata		33,2	47,8
Standar deviasi		0,3	0,1
Rata-rata total		42,1	47,5
Standar deviasi total		9,7	1,2



Gambar 10. Data sudut kontak air pada slumpring dinding dalam.

Contoh perekaman citra sudut kontak pada dinding luar slumpring dapat dilihat pada Gambar 11. Analisis sudut kontak pada dinding luar juga dilakukan sangat baik. Hal ini terlihat pada Tabel 2 di mana standar deviasi di masing-masing spesimen memiliki hasil yang sangat kecil. Rata-rata sudut kontak yang dihasilkan pada dinding luar untuk area tengah adalah  $60,4 \pm 8,4^\circ$ , sedangkan area tepi adalah  $60,7 \pm 12,4^\circ$ . Visualisasi rata-rata data sudut kontak dinding dalam dapat dilihat pada Gambar 12. Hasil sudut kontak dinding luar dan dinding dalam sama-sama menghasilkan sudut  $< 90^\circ$ . Hal ini berarti kedua dinding tersebut memiliki sifat hidrofilik.

Tabel 2. Hasil Sudut Kontak pada Dinding Luar Slumpring

<i>Spesimen</i>	<i>Citra ke-</i>	<i>Sudut Kontak (°)</i>	
		<i>Tengah</i>	<i>Tepi</i>
1	1	73,2	53,5
	2	72,0	52,4
	3	72,3	51,9
<i>Rata-rata</i>		72,5	52,6
<i>Standar deviasi</i>		0,5	0,7
2	1	55,3	62,0
	2	53,8	62,2
	3	53,7	62,2
<i>Rata-rata</i>		54,3	62,1
<i>Standar deviasi</i>		0,7	0,1
3	1	63,4	82,1
	2	63,6	79,0
	3	63,9	79,5
<i>Rata-rata</i>		63,6	80,2
<i>Standar deviasi</i>		0,2	1,4
4	1	52,2	48,4
	2	50,4	47,3
	3	50,9	47,9
<i>Rata-rata</i>		51,2	47,9
<i>Standar deviasi</i>		0,8	0,4
<i>Rata-rata total</i>		60,4	60,7
<i>Standar deviasi total</i>		8,4	12,4

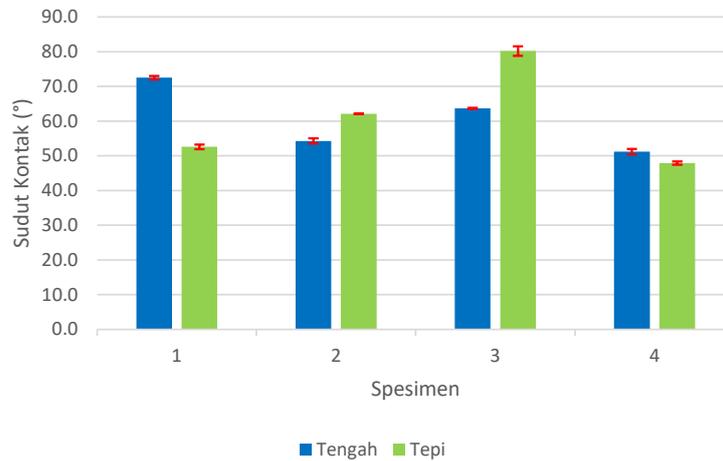


(a)



(b)

Gambar 11. Contoh citra sudut kontak hasil perekaman dinding luar (a) area tengah dan (b) area tepi.



Gambar 12. Data sudut kontak air pada slumpring dinding luar.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini melaporkan temuan baru bahwa slumpring pada dinding dalam terlihat pola yang membentuk jalur-jalur. Semakin ke area tepi slumpring jalur yang dihasil semakin kecil. Sebaliknya, pada dinding luar tidak terdapat pola yang terlihat. Hal ini karena terdapat serat sekunder yang menempel pada dinding sehingga menyebabkan dinding luar terlihat lebih padat.

Sudut kontak yang dihasilkan slumpring juga dapat diidentifikasi dengan baik, meskipun hanya menggunakan peralatan sederhana dan telepon cerdas. Hasilnya bahwa dinding dalam maupun luar slumpring memiliki sifat hidrofilik. Hasil ini bisa digunakan sebagai acuan sifat keterbasahan yang terjadi pada slumpring. Penelitian tentang slumpring ini juga masih bisa dikembangkan lagi ke arah sifat fisis lainnya.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium Bahan Teknik dan Laboratorium Dinamika, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada atas dukungan fasilitas dan alat dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- F.W.K.F. Wardani, Analisis mekanika pada slumpring sebagai material penyusun alat musik Bundengan. Universitas Gadjah Mada, 2021.
- F. W. K. F. Wardani, G. O. F. Parikesit, dan I. Kusumaningtyas, Mechanical analysis of bamboo culm sheaths as the material of the bundengan musical instrument. *The 3rd Engineering Physics International Conference (EPIC)*, 2021.
- G. O. F. Parikesit dan I. Kusumaningtyas, 2020. Quantitative analysis of the Kowangan resonator. *Proceeding Meetings on Acoustics*, Vol. 42, no. 035002.
- H. Bruus, *Theoretical microfluidics*. Department of Micro and Nanotechnology Technical University of Denmark, 2006.
- J. M. Wigzell, R.C. Racovita, B.G. Stentiford, M. Wilson, M.T. Harris, I.W. Fletcher, D.P.K. Mosquin, D. Justice, S.K. Beaumont, R. Jetter, dan J.P.S. Badyal, 2016. Smart water channelling through dual wettability by leaves of the bamboo *Phyllostachys aurea*. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Vol. 506, pp. 344–355.
- M. S. Abdulloh, Kajian organologi musik bundengan di Wonosobo. Institut Seni Indonesia, 2017.
- P. Li, J. Wang, J. Huang, dan J. Xiang, 2022. The transitional wettability on bamboo-leaf-like hierarchical-structured Si surface fabricated by microgrinding. *Nanomaterials*, Vol. 12, p. 2888.
- S. Wang, 2017. Bamboo sheath - A modified branch based on the anatomical observations. *Scientific Reports*, Vol. 7, p. 16132.