

# Penentuan Sifat Hidrofobik dan Hidrofilik Bahan Dengan Metode Sudut Kontak

<sup>1</sup>Husain T, <sup>2</sup>Herlinda

<sup>1,2</sup> Universitas Dipa Makassar, Indonesia

e-mail: [husain@undipa.ac.id](mailto:husain@undipa.ac.id), [herlinda@undipa.ac.id](mailto:herlinda@undipa.ac.id)

## Article Info

### Article history:

Received, 2022-09-15

Revised, 2022-11-09

Accepted, 2022-11-26

### Kata Kunci:

Hidrofobik

Hidrofilik

Isolator

Polimer

### Keywords:

hydrophobic

hydrophilic

Insulator

Polymer

## ABSTRAK

Sudut kontak adalah sudut yang terbentuk antara droplet dengan permukaan benda padat yang kontak ketika droplet diteteskan pada permukaan bahan. Pada kondisi lingkungan dengan polusi yang tinggi dan kelembaban yang tinggi, lapisan polutan yang menempel pada permukaan terjadi pembasahan, sehingga arus bocor yang mengalir dapat menyebabkan pemanasan polutan pada lapisan. Lapisan ini dapat membentuk pita kering (dry band) akibat dialiri arus bocor yang terus menerus. Kondisi pada tegangan tertentu dapat menyebabkan pelepasan muatan melintasi pita kering. Busur pelepasan muatan dapat memanjang sehingga terjadi flashover yang melalui seluruh permukaan isolator. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain alat ukur untuk menentukan bahan isolator yang bersifat hidrofobik dan hidrofilik. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode tetes air pada bahan isolator kemudian dianalisis dengan menggunakan persamaan sudut kontak. Proses pengukuran sudut kontak tetesan air (droplet) dilakukan dengan menggunakan aplikasi hasil rancangan dengan bahasa pemrograman borland delphi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan polimer yang belum mengandung polutan menunjukkan sudut kontak  $\geq 90^0$  artinya bahan tersebut bersifat hidrofobik atau tidak senang air, sedangkan yang berpolutan menunjukkan sudut kontak dibawah atau  $< 90^0$  artinya bahan tersebut bersifat hidrofilik (senang air).

## ABSTRACT

The contact angle is the angle formed between the droplet and the surface of the solid object that is in contact when the droplet is dropped on the surface of the material. In environmental conditions with high pollution and high humidity, the layer of pollutants attached to the surface occurs wetting so that the leakage current that flows can cause heating of the pollutants in the layer. This layer can form a dry band due to continuous leakage current. Conditions at certain voltages can cause discharge across the dry band. The discharge arc can extend so that flashover occurs across the entire surface of the insulator. This study aims to design a measuring instrument to determine hydrophobic and hydrophilic insulating materials. The research was conducted using the water drop method on the insulating material and then analyzed using the contact angle equation. The process of measuring the contact angle of water droplets (droplets) is carried out using an application designed with the Borland Delphi programming language. The results showed that polymeric materials that did not contain pollutants showed a contact angle of 900 meaning that the material was hydrophobic or not water-loving, while those with pollutants showed a contact angle below or  $< 90^0$ , meaning that the material was hydrophilic (water-loving).

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) license.



## Penulis Korespondensi:

husain,herlinda

Program Studi Teknik Informatika,

Universitas Dipa Makassar Indonesia,

Email: [husain@undipa.ac.id](mailto:husain@undipa.ac.id), [herlinda@undipa.ac.id](mailto:herlinda@undipa.ac.id)

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan saluran transmisi bertegangan tinggi sering dijumpai permasalahan yang menyangkut dari sistem penyaluran daya dan juga pada peralatan-peralatan yang digunakan. Oleh karena itu dilakukanlah berbagai penelitian-penelitian yang menuju kearah perbaikan yang diharapkan. Salah satu sisi dari perbaikan yang dilakukan adalah pada bidang perancangan, baik dari segi teknis, ekonomis, energi, lingkungan maupun dari segi yang lainnya.

Jika ditinjau dari kegagalan yang sering terjadi, terdapat dua faktor menyebabkan kegagalan tegangan pada sistem transmisi saluran udara, yaitu faktor dari dalam dan faktor dari luar. Faktor dari dalam yaitu kemampuan isolasi bahan dalam menahan tingkat tegangan saluran udara, dan faktor dari luar yaitu berupa kemampuan isolator yang dipengaruhi oleh kondisi atmosfer yang meliputi kerapatan udara, perubahan suhu, perubahan kelembaban, dan adanya polusi lingkungan yang berakibat terkontaminasinya permukaan isolator pada jaringan. [1]

Isolator yang telah lazim digunakan di Indonesia adalah bahan isolasi porselin dan gelas, penggunaan jenis isolator ini pada jaringan transmisi yang bertegangan semakin tinggi kurang menguntungkan karena diperlukan massa besar dari isolator sehingga memerlukan konstruksi menara transmisi yang lebih kokoh dan lebih tinggi, sehingga tidak lagi ekonomis untuk biaya investasi. Selain itu isolator porselin dan gelas memerlukan penanganan khusus dalam proses pengangkutan dan pemasangannya karena mudah pecah [2][3]

Sejak tahun 1940 sampai sekarang di beberapa negara maju dirintis penelitian untuk menentukan bahan isolasi alternatif pengganti bahan isolator porselin dan gelas, yakni bahan isolasi Polimer. Kelebihan bahan isolasi polimer ini diantaranya adalah memiliki sifat dielektrik, resistivitas volume, sifat termal, kekuatan mekanik, ringan, penanganan dan pemasangannya yang lebih baik dibandingkan dengan porselin dan gelas [4][5]

Konsep keterkaitan antara hidropobitas permukaan polimer dengan kinerja sifat listriknya, keberadaan dan umur permukaan hidrophobik bahan polimer di bawah medan listrik bergantung komposisi kimianya [6]. Hasil penelitian Lee, menemukan manfaat lapisan-lapisan tipis dari silikon massa molekul relatif rendah dalam mengendalikan arus bocor dan kemampuannya menahan tegangan di bawah kondisi basah. Menunjukkan hubungan antara resistansi permukaan dan kemampuannya menahan tegangan pada isolator yang dilapisi oleh bahan yang hidrophobik. Dari uraian yang dikemukakan beberapa peneliti tersebut, maka jelaslah bahwa sifat hidrophobik atau sifat tolak air pada permukaan bahan isolator polimer merupakan salah satu sifat utama yang perlu dikaji. [7]

Pemeliharaan isolator secara rutin perlu dilakukan agar supaya fungsi isolasi tetap terjaga, bila isolator terkontaminasi dengan polusi maka memerlukan penanganan pembersihan polusi tersebut. Untuk mengetahui isolator telah terkontaminasi polusi salah satu cara adalah dengan menggunakan metode pengukuran sudut kontak, jika nilai sudut kontak  $<90^\circ$  maka isolator tersebut telah terkontaminasi polusi dan perlu segera dibersihkan.[8][9]

Jika suatu cairan ditetaskan di atas permukaan bahan padat, maka cairan akan tersebar membentuk lapisan tipis atau cairan itu penyebarannya terbatas dan diskrit berbentuk tetesan pada permukaan. Bentuk tetesan tersebut tergantung pada sifat permukaan dari bahan. Keadaan dari tetesan cairan merupakan ukuran pembasahan permukaan. Kuantitas ukur pembasahan dari suatu permukaan adalah sudut kontak ( $\theta$ ), yaitu sudut yang terjadi antara permukaan zat padat dan garis singgung cairan. Sudut kontak memberikan informasi mengenai energi permukaan, kekerasan dan heterogenitas permukaan. Selain itu sudut kontak juga merupakan ukuran dari suatu permukaan terkontaminasi [10][11]

Mengklasifikasikan permukaan material dengan kuantitas sudut kontak yaitu permukaan material sangat basah atau sangat hidrofilik bila sudut kontak cairan pada permukaannya lebih kecil dari  $30^\circ$ . Bila sudut kontak antara  $30^\circ$  dengan  $89^\circ$ , permukaan material disebut basah sebagian. Untuk sudut kontak lebih dari  $90^\circ$ , permukaan material tidak basah oleh cairan. Bila cairan adalah air, maka permukaannya disebut bersifat hidrofobik atau menolak air. Dengan demikian, nilai sudut kontak merupakan salah satu ukuran pembasahan [12]

Dalam pengukuran sudut kontak antara tetes air dan permukaan horizontal material uji, ada tiga metode yang sering digunakan : Metode pertama dengan mengukur sudut kontak  $\theta$  langsung dengan menggambar garis singgung pada titik, Metode kedua dengan mengukur tinggi tetesan (h) dan diameter dasar dari tetesan (d) selanjutnya sudut kontak ( $\theta$ ) dapat dihitung dengan rumus :  $\theta = 2 \operatorname{tg}^{-1} (2h/d)$ , Metode ketiga dengan mengukur sudut  $\theta_1$  dan  $\theta_2$ . Dan selanjutnya sudut ( $\theta$ ) dapat dihitung dengan cara menjumlahkannya ( $\theta = \theta_1 + \theta_2$ ).

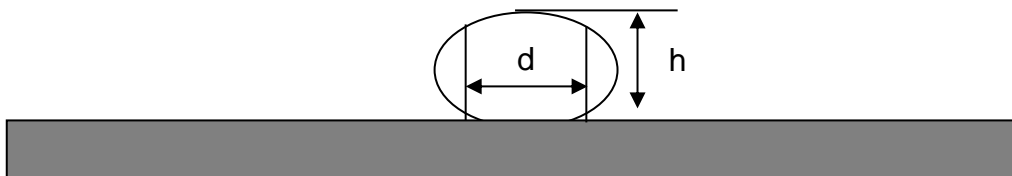
Penelitian sebelumnya oleh Wiguna, dengan judul Implementasi Visual Basic 6.0 Untuk Pengukuran Sudut Kontak Menggunakan Pendekatan Geometri Dua Lingkaran Membangun implementasi *visual basic 6.0* untuk pengukuran sudut kontak pada permukaan yang bersifat hidrofobik, hidrofilik serta pada *droplet* lingkaran tidak sempurna berbasis pada pengolahan citra digital. Implementasi dibuat menggunakan pendekatan geometri dua lingkaran dengan mengasumsikan bahwa cairan yang ditetaskan pada bahan uji berupa dua lingkaran yang saling tumpang tindih [13]. Alwi Syahara Muhammad dalam penelitiannya berjudul Pengukuran Sudut Kontak Untuk Mengetahui Polaritas Cairan Sebagai Bahan Modul Praktikum Tegangan Permukaan. Alat utama yang digunakan pada eksperimen ini adalah goniometer dual channel. Prinsip eksperimen yang dilakukan adalah pengukuran sudut kontak cairan uji (air, n-heksana, aseton, etanol, propilen glikol, gliserol, cairan aseton-etanol dengan rasio 1:3, cairan aseton-aseton-etanol dengan rasio 3:1, cairan aseton-etanol-air dengan rasio 1:3, cairan etanol-air dengan

rasio 3:1), kemudian dibandingkan dengan skala polaritas Reichardt (ETN). Eksperimen yang dilakukan untuk mempelajari polaritas cairan uji dengan menggunakan alat pengukur sudut kontak [10]. Pengaruh Kontaminan terhadap Sudut Kontak Hidropobik dan Karakteristik Arus Bocor pada Sampel Isolator Resin Epoksi dimana besar sudut kontak permukaan bahan terhadap tetesan cairan diperoleh berdasarkan hasil pengamatan langsung melalui pemotretan kamera digital yang kemudian disimpan pada komputer. Hasil pemotretan diolah menggunakan software Image Pro Plus untuk mendapatkan sudut kontak pada sisi kanan dan sisi kiri sampel uji yang diukur [14].

Penelitian ini mempunyai pembeda dari penelitian lainnya. Dimana pada penelitian ini memberikan solusi penentuan nilai sudut kontak dengan metode tetes air dan menghasilkan alat ukur berupa software berbasis visual Delphi yang dapat digunakan untuk menentukan bahan, apakah bersifat senang air atau bersifat menolak air.

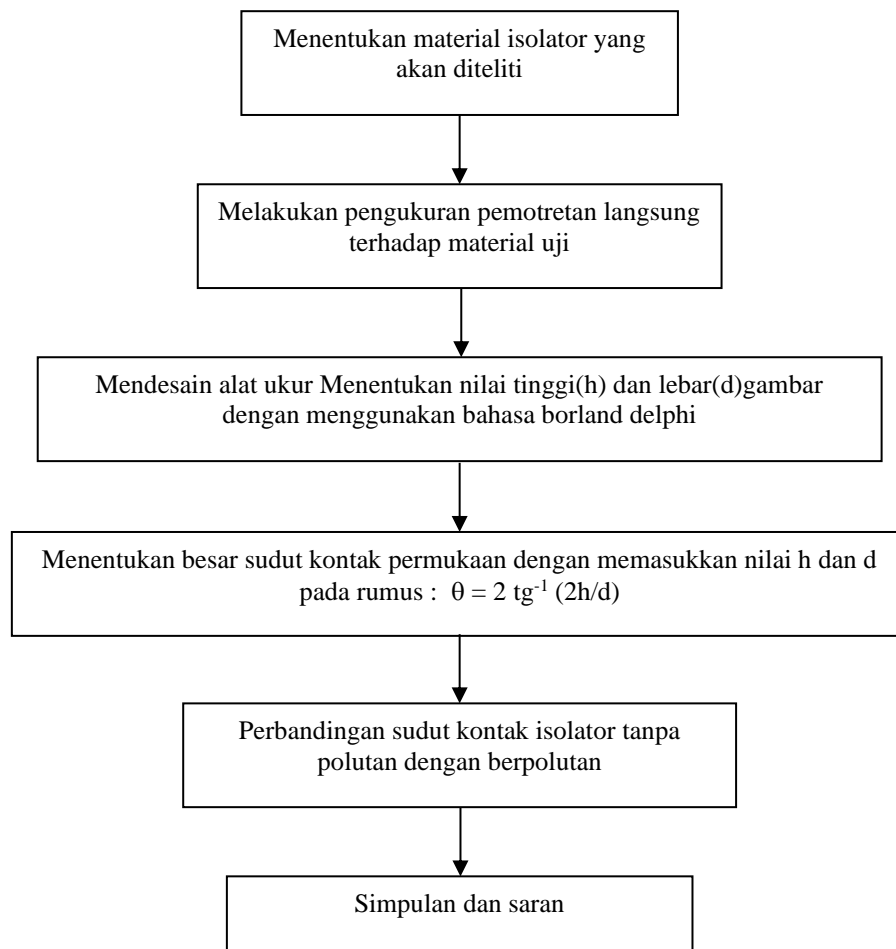
**2. METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode pengukuran sudut kontak yakni dengan mengukur tinggi tetesan (h) dan diameter dasar dari tetesan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 di bawah :



Gambar 3 Menentukan nilai d dan h

Setelah nilai d dan h diketahui selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan  $\theta = 2 \text{tg}^{-1} (2h/d)$ , adapun diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4 Diagram alir penelitian

Karakteristik sifat hidrofobik yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode sudut kontak statis. Penggunaan metode ini sangat sesuai dengan pengukuran sifat hidrofobik material yang berbentuk spesimen serta pelaksanaannya dapat dilakukan dilaboratorium[15]. Untuk mendapatkan ketelitian yang tinggi beberapa acuan persyaratan yang hendaknya dipenuhi yaitu :

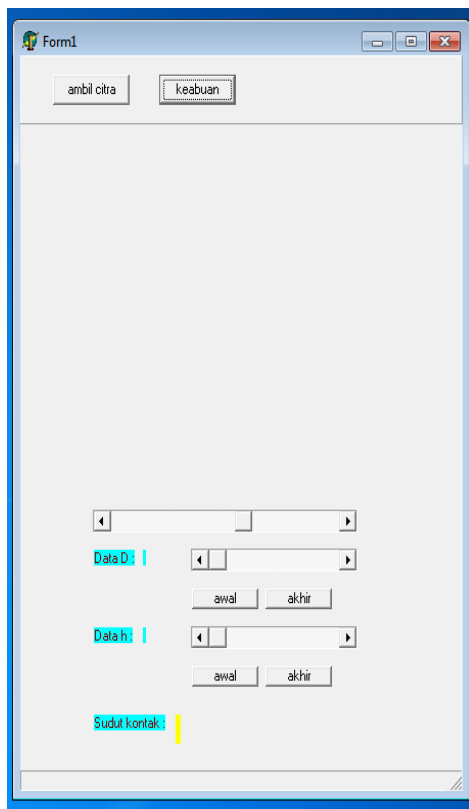
- a. Air tetesan yang dipergunakan sebaiknya air tidak kotor.
- b. Volume tetesan air selalu sama setiap pengukuran.
- c. Temperatur sekitar pengukuran selalu sama setiap pengukuran.
- d. Interval waktu saat penetesan dengan pemotretan harus sama.

Penggunaan air tetesan yang terkontaminasi pengaruhnya sangat besar terhadap tegangan permukaan material uji. Oleh karena itu dalam pengukuran ini digunakan air akuades (*akuades*). Temperatur disekitar permukaan material yang diukur dijaga tetap berkisar pada suhu ruang dalam setiap pengukuran karena laju penguapan air adalah fungsi temperatur [2]

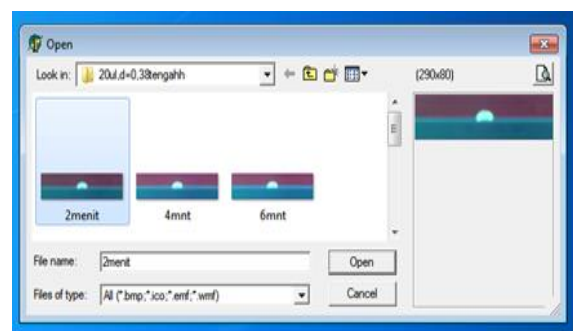
Penelitian ini dilakukan dua tahap, Tahap pertama adalah pengukuran sudut kontak terhadap material polimer bersih. Tahap kedua pengukuran sudut kontak terhadap material polimer tidak bersih (terkontaminasi dengan polusi buatan). Penentuan nilai sudut kontak dari suatu bahan isolator polimer, dilakukan dengan mengukur tinggi dan lebar dari objek gambar. Alat yang digunakan untuk mengukur atau menentukan sudut kontak permukaan tersebut adalah hasil rancangan program yang telah kami buat, bahasa pemrograman delphi [16][17]

### 3. HASIL DAN ANALISIS

#### 4.1 Hasil Pengujian Aplikasi

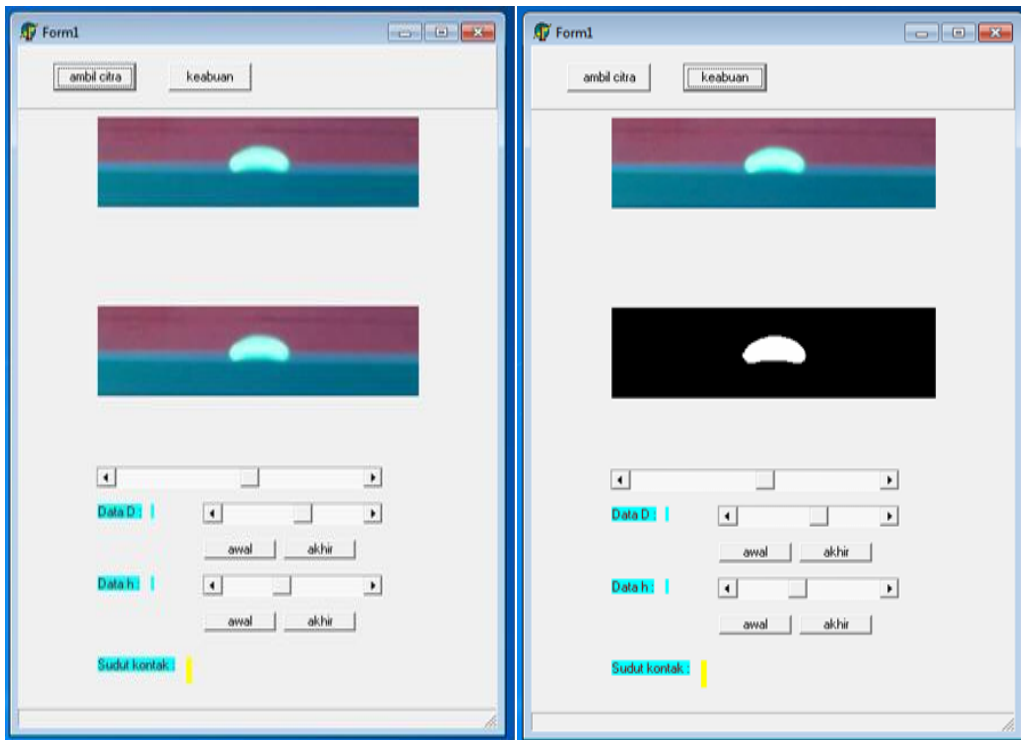


Gambar 5 Diagram alir penelitian

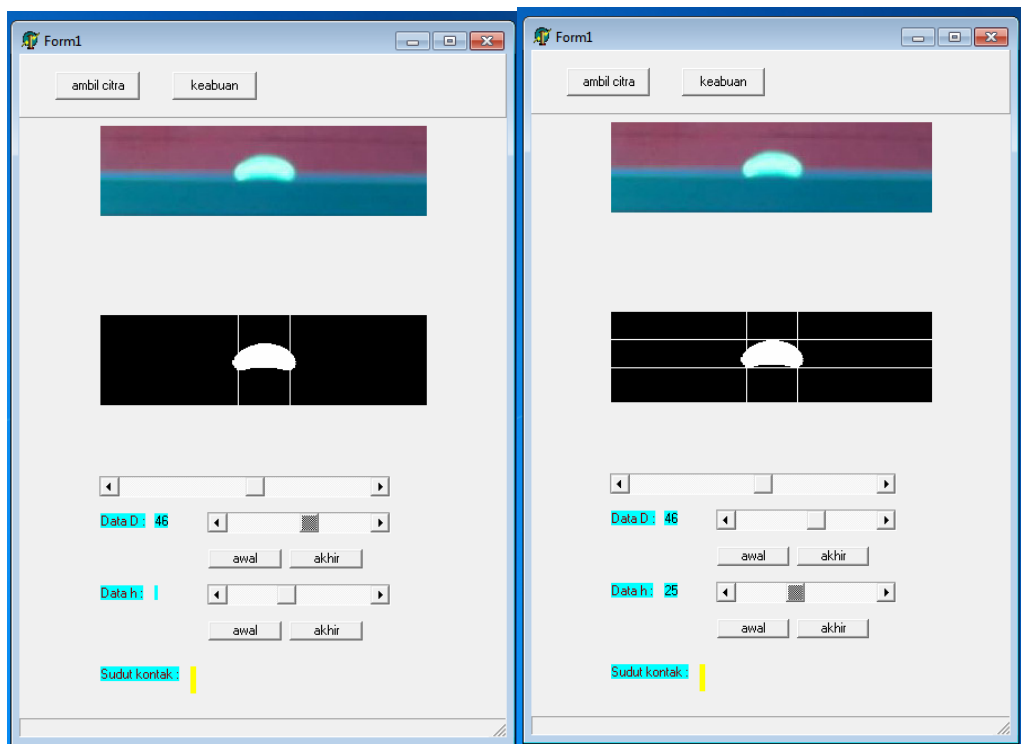


Gambar 6 Tampilan Penyimpanan Citra

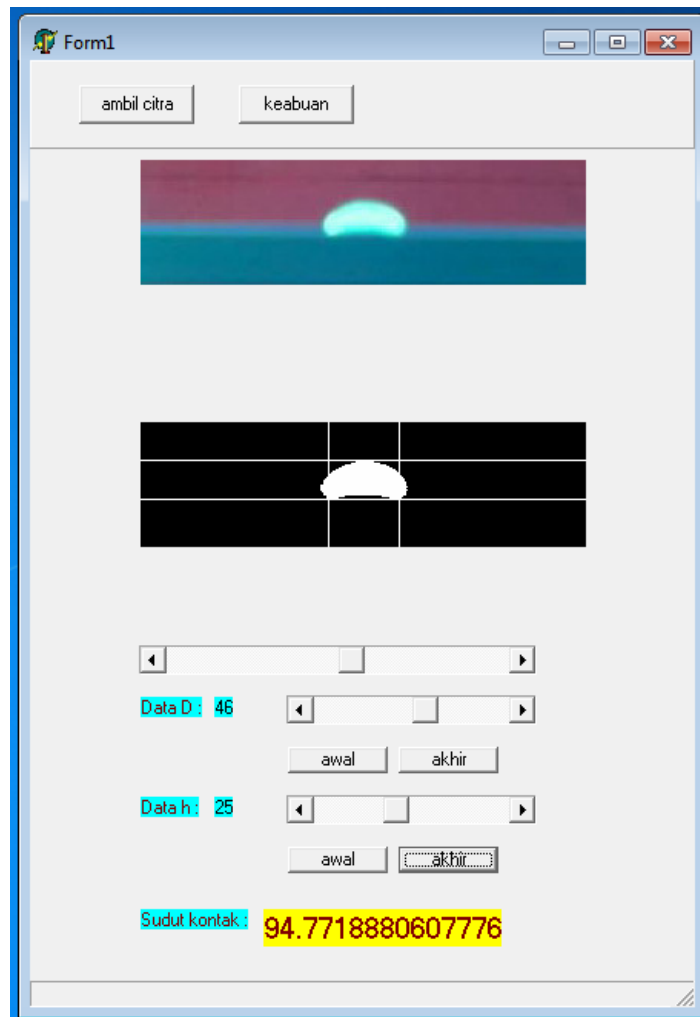
Gambar 5 Merupakan tampilan antarmuka aplikasi pengukuran sudut kontak dimana terdapat tombol ambil citra, keabuan, data d (awal dan akhir) , data h (awal dan akhir), dan sudut kontak. Ambil citra berfungsi untuk mengambil citra pada drive penyimpanan dan menampilkan pada aplikasi yang terlihat pada gambar 6, tombol keabuan berfungsi untuk mengubah citra berwarna menjadi citra keabuan, tombol data d untuk menampilkan nilai berupa angka dari hasil pengukuran diameter benda dengan mengatur posisi ukur dengan menggunakan tombol awal dan akhir, tombol data h menampilkan hasil pengukuran tinggi benda yang diukur dengan menggunakan tombol awal untuk mengatur posisi alat pengukur sedangkan tombol akhir untuk mengakhiri proses pengukuran dan tombol sudut kontak berfungsi menampilkan hasil pengukuran sudut kontak untuk memberikan informasi bahwa benda bersifat hidrofobik atau hidrofilik.



Gambar 7 Tampilan Gambar yang Sudah Dipilih    Gambar 8 Tampilan Fungsi Tombol Keabuan



Gambar 9 Tampilan Hasil Pengukuran Nilai D    Gambar 10 Tampilan Hasil Pengukuran Nilai H



Gambar 11 Tampilan Hasil Pengukuran Nilai Sudut Kontak

Pada gambar 9 memberikan informasi nilai "d" atau nilai diameter permukaan benda (diameter tetes air), demikian juga gambar 10 adalah nilai "h" atau nilai tinggi dari tetesan air yang ada dipermukaan bahan uji, sedangkan gambar 11 memberikan informasi besarnya nilai hasil pengukuran sudut kontak, nilai tersebut menjadi patokan bahan bersifat senang air (hidrofobik) atau tidak senang air (hidrofilik).

#### 4.2 Hasil Pengambilan gambar dan pengukuran sudut kontak

Pengukuran sudut kontak yang dilakukan menggunakan data tetesan air 50 $\mu$ l, 100 $\mu$ l, 150  $\mu$ l tanpa polutan dan 50  $\mu$ l berpolutan dengan variasi waktu tetes 4-30 menit pada spesimen dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini. Data ini memberikan informasi bahwa pengambilan gambar dilakukan maksimal dimenit ke-30 karena tetesan air akan dipengaruhi oleh suhu yang mengakibatkan terjadi penguapan sehingga volume air akan berkurang dan akan berpengaruh pada hasil pengukuran, sehingga penentuan sifat bahan menjadi tidak akurat.

a. Data gambar terhadap bahan polimer tidak berpolutan (bersih) dan hasil pengukuran adalah :

- 1) Untuk tetesan air 50 $\mu$ l, pengambilan gambar diambil setelah waktu tetes 4menit



Gambar 12 Waktu tetesan 4 menit

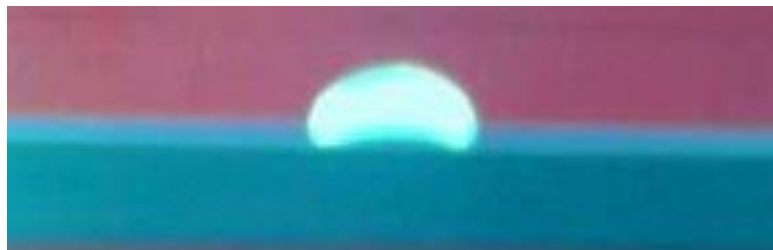
Selanjutnya dapat dilihat pada tabel 1 hasil pengukuran dan perhitungan sudut kontak dengan variasi waktu tetesan sebagai berikut :

No	Waktu tetesan (Menit)	d	h	Sudut Kontak ( $\theta$ ) (derajat)
1	4	46	25	94,77
2	6	46	25	94,77
3	8	46	25	94,77
4	10	46	24	90,00
5	20	46	23	90,00
6	30	46	23	90,00

Tabel 1

Pengukuran Sudut Kontak Tetesan Air 50 $\mu$ l

- 2) Untuk tetesan air 100 $\mu$ l, pengambilan gambar diambil setelah waktu tetes 4menit



Gambar 13 Waktu tetesan 4 menit

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel 2 hasil pengukuran dan perhitungan sudut kontak dengan variasi waktu tetesan sebagai berikut :

No	Waktu tetesan (Menit)	d	h	Sudut Kontak ( $\theta$ ) (derajat)
1	4	59	30	90,96
2	6	59	30	90,96
3	8	58	29	90,00
4	10	56	28	90,00
5	20	55	27	88,95
6	30	54	26	87,84

Tabel 2 Sudut Kontak Tetesan Air 100 $\mu$ l

- 3) Untuk tetesan air 150 $\mu$ l, pengambilan gambar diambil setelah waktu tetes 4menit



Gambar 14 Waktu tetesan 4 menit

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel 3 hasil pengukuran dan perhitungan sudut kontak dengan variasi waktu tetesan sebagai berikut :

No	Waktu tetesan (Menit)	d	h	Sudut Kontak ( $\theta$ ) (derajat)
1	4	67	36	94,12
2	6	67	36	94,12
3	8	69	35	90,82
4	10	69	35	90,82
5	20	70	33	86,63
6	30	70	32	84,87

Tabel 3 Sudut Kontak Tetesan Air 150 $\mu$ l

b. Data gambar terhadap bahan polimer berpolutan (kotor) dan hasil pengukuran adalah :



Gambar 15 Waktu tetesan 4 menit

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4 hasil pengukuran dan perhitungan sudut kontak dengan variasi waktu tetesan sebagai berikut :

No	Waktu tetesan (Menit)	d	h	Sudut Kontak ( $\theta$ ) (derajat)
1	4	53	20	74,08
2	6	53	18	68,37
3	8	51	17	67,38
4	10	50	16	65,24
5	20	40	11	61,93
6	30	40	11	61,93

Tabel 4 Sudut Kontak Tetesan Air 50 $\mu$ l berpolutan

Terlihat pada tabel 1,2, dan 3 menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang ideal yaitu pada variasi volume tetesan 50 $\mu$ l baik pada spesimen tidak berpolutan maupun yang berpolutan hal ini disebabkan karena adanya gaya gravitasi terhadap beratnya volume tetesan mengakibatkan hasil pengukuran tidak akurat jika volume droplet terlalu besar (berat). Dengan demikian direkomendasikan apabila melakukan uji tetes air sebaiknya menggunakan volume tetes 50 $\mu$ l.



#### 4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dan pengukuran, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian menghasilkan alat ukur sudut kontak tetes air berupa software ukur yang dapat menentukan bahan bersifat senang air (hidrofilik) atau bahan bersifat tidak senang air (hidrofobik).

#### REFERENSI

- [1] S. Z. J Jumari, J Sinaga, "Studi Pengaruh Kontaminasi Polusi Udara Pada Isolator Tegangan Menengah 20 Kv Pada PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Medan," *J. Teknol. ENERGI UDA J. Tek. ELEKTRO*, vol. 9 No. 1, 2020.
- [2] J. and S. M. Mackevich, "Polymer Outdoor Insulating Materials," *IEEE, Electr. Insul. Mag.*, vol. 13, 2012.
- [3] H. M. YM Ambabunga, "Analisis Kerusakan isolator Saluran Transmisi Tegangan Tinggi Akibat Pengaruh Polutan (Kondisi Kering Dan Basah)," *J. Dyn. Saint*, vol. 6 No. 2, 2021.
- [4] Malcolm P. Stevens, *Kimia Polimer*. 2018.
- [5] Andhika Ilham Wahyu Nugroho, "Analisis Unjuk Kerja Isolator Polimer 20 Kv Resin Epoksi Bahan Pengisi Tio<sub>2</sub> (Titanium Dioxide) Dengan Sirip Seragam Pada Kondisi Konduktivitas Yang Bervariasi," *J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10 No. 2, 2021.
- [6] S. Salama, K.T. Sirait, "Bahan Isolator Tegangan Tinggi," *J. Tek. Tegangan Tinggi Indones.*, vol. 1,1, hal. 63-70, 2014.
- [7] S. M. WAR Amiruddin, "Simulasi Karakteristik Arus Bocor Dan Sifat Hidrofobik Ke Lapisan Polusi Permukaan Isolator Polimer Silicone Rubber," *J. Eksitasi*, vol. 1 No. 2, 2022.
- [8] Lisnawaty Simatupang, "Uji Fisis Bahan Isolator Listrik Berbasis Keramik Porselin Alumina," *EINSTEIN e-JOURNAL*, vol. 4 No. 2, 2016.
- [9] M Doloksaribu, "Fabrikasi dan Uji Dielectric Strength Bahan Isolator Listrik Berbasis Keramik Porselin Alumina," *EINSTEIN (e-Journal)*, vol. 3 NO. 2, 2015.
- [10] Alwi Syahara Muhammad, "Pengukuran Sudut Kontak Untuk Mengetahui Polaritas Cairan Sebagai Bahan Modul Praktikum Tegangan Permukaan," 2016.
- [11] M. Z. AH Wardani, "Pengaruh Variasi Massa SiO<sub>2</sub> Terhadap Sudut Kontak dan Transparansi Pada Lapisan Hydrophobic," *J. Sains dan Seni ITS*, 2019.
- [12] H. C. K. Salama, K.T. Sirait, Suwarno, "Penerapan Isolator Polimer Berbahan Elastomer Silikon Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik dan Daerah Berpolusi," *Proc. Semin. Sist. Tenaga Elektr.*, 2014.
- [13] Wiguna, "Implementasi Visual Basic 6.0 Untuk Pengukuran Sudut Kontak Menggunakan Pendekatan Geometri Dua Lingkaran," *J. Ipteks Terap.*, vol. 12 NO. 2, 2018.
- [14] R. W. A Syakur, "Pengaruh Kontaminan terhadap Sudut Kontak Hidropobik dan Karakteristik Arus Bocor pada Sampel Isolator Resin Epoksi Silane," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 10 No. 1, 2012.
- [15] W. R. B. I Rosmayanti, "Pengaruh Jenis Basa Pengendap Dan Waktu Pelapisan Terhadap Sifat Hidrofilik Ubin Keramik Antimikroba," *J. Keramik dan Gelas Indones.*, vol. 28 NO. 2, 2019.
- [16] K. F. Balza Achmad, *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*. 2016.
- [17] D. A. D Fahmi, IM Yulistya, "Analisis Distribusi Medan Listrik pada Isolator Gantung Jenis Polimer akibat Pengaruh Kontaminan," *J. Tek. Elektro*, vol. 4 No. 2, 2015.