

STUDI PENGARUH WAKTU DEPOSISI LAPISAN *COPPER PHTHALOCYANINE* (CuPc) DI ATAS *QUART CRYSTAL MICROBALANCE* (QCM) TERHADAP EFEKTIVITAS QCM SEBAGAI SENSOR KELEMBABAN: TINJAUAN PERUBAHAN FREKUENSI QCM SEBAGAI RESPON PERUBAHAN *RELATIVE HUMIDITY* (RH)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Oleh :

RAHMAD OKTAFIANSYAH
(135090300111015)



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI PENGARUH WAKTU DEPOSISI LAPISAN *COPPER PHTHALOCYANINE* (CuPc) DI ATAS *QUART CRYSTAL MICROBALANCE* (QCM) TERHADAP EFEKTIVITAS QCM SEBAGAI SENSOR KELEMBABAN: TINJAUAN PERUBAHAN FREKUENSI QCM SEBAGAI RESPON PERUBAHAN *RELATIVE HUMIDITY* (RH)

Oleh :

**RAHMAD OKTAFIANSYAH
135090300111015**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Dr.Eng. Masruroh, S.Si.,M.Si.
NIP. 197512312002122002**

**Ir.D.J.Djoko.H.Santjojo.,M.Phil.,Ph.D
NIP. 196601311990021001**

**Mengetahui,
Ketua jurusan fisika
FMIPA Universitas Brawijaya**

**Prof.Dr.rer.nat. Muhammad Nurhuda
NIP. 196409101990021001**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahmad Oktafiansyah
NIM : 135090300111015
Jurusan : Fisika
Penulis Skripsi berjudul :

Studi Pengaruh Waktu Deposisi Lapisan *Copper Phthalocyanine* (CuPc) di Atas *Quartz Crystal Microbalance* (QCM) terhadap Efektivitas QCM sebagai Sensor Kelembaban: Tinjauan Perubahan Frekuensi QCM sebagai Respon Perubahan *Relative Humidity* (RH)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 10 Agustus 2017
Yang menyatakan,

(Rahmad Oktafiansyah)
NIM. 135090300111015

**STUDI PENGARUH WAKTU DEPOSISI LAPISAN COPPER
PHTHALOCYANINE (CuPc) DI ATAS QUARTZ CRYSTAL
MICROBALANCE (QCM) TERHADAP EFEKTIVITAS QCM
SEBAGAI SENSOR KELEMBABAN: TINJAUAN
PERUBAHAN FREKUENSI QCM SEBAGAI RESPON
PERUBAHAN RELATIVE HUMIDITY (RH)**

ABSTRAK

Performa *Quartz Crystal Microbalance* (QCM) sebagai sensor kelembaban dapat ditingkatkan dengan mendeposisikan lapisan matriks pada permukaan QCM. Lapisan matriks meningkatkan adsorpsi molekul uap air pada permukaan QCM, sehingga perubahan frekuensi QCM semakin besar yang menandakan sensor berbasis QCM lebih sensitif. Pada penelitian ini *Copper Phthalocyanine* (CuPc) dideposisikan diatas QCM menggunakan metode vakum evaporasi dengan variasi waktu deposisi. Morfologi lapisan CuPc dianalisa menggunakan Mikroskop Optik dan TMS-1200 Polytech, sedangkan sudut kontak diukur menggunakan Contact Angle Measurement. Hasil karakterisasi menunjukkan waktu deposisi CuPc yang lebih lama menyebabkan lapisan CuPc yang terbentuk lebih tebal, kasar dan bersifat hidrofobik. Efektivitas QCM dalam deteksi kelembaban diuji dengan mengamati perubahan frekuensi QCM sebagai pengaruh perubahan nilai *Relative Humidity* (RH). Hasil pengujian menunjukkan lapisan CuPc dengan ketebalan lebih tinggi memiliki respon kelembaban yang lebih baik. Ketebalan dengan respon kelembaban paling baik ditunjukkan oleh waktu deposisi selama 5 menit dengan ketebalan 0,0496 μm , yang memiliki perubahan frekuensi sebesar 1Hz – 3,5Hz. Lapisan yang tebal memiliki respon lebih baik dimungkinkan karena massa CuPc pada permukaan QCM yang lebih banyak menyebabkan interaksi adsorpsi antara CuPc dengan molekul air lebih banyak.

Kata kunci: QCM, CuPc, waktu deposisi, sensor kelembaban, adsorpsi, ketebalan, *Relative Humidity*

**STUDY OF DURATION INFLUENCE OF *COPPER
PHTHALOCYANINE* (CuPc) FILM DEPOSITION ON
QUARTZ CRYSTAL MICROBALANCE (QCM) TO QCM
EFFECTIVENESS FOR HUMIDITY SENSOR: QCM
FREQUENCY SHIFT AS RESPOND *RELATIVE HUMIDITY*
(RH) CHANGE CONSIDERATION**

ABSTRACT

The performance of QCM as humidity sensor can be increased by deposition matrix layer on QCM surface. Matrix layer can increase adsorption of water vapor molecules on QCM surface, so the frequency shift of QCM is larger, so that can indicate the sensor based QCM are more sensitive. In this research *Copper Phthalocyanine* (CuPc) deposited on QCM by vacuum evaporation method with time various of deposition. The morphology of CuPc film was observed by Microscope Optic and TMS-1200 Polytech, while contact angle of CuPc film was observed by Contact Angle Measurement. The result show the morphology of CuPc with more duration cause the formed CuPc film thicker, rougher, and hydrophobic. Effectiveness of QCM to humidity detection was observed by measuring frequency shift to the *Relative Humidity* shift. Result of testing show, the CuPc layer with higher thickness has better response of humidity change. The thickness layer with best humidity response shown by the time of deposition for 5 minutes with 0,0496 μ m thickness, which have a change of frequency of 1Hz-3,5Hz. The thicker layer has the better response humidity is possible because the mass of CuPc on QCM surface more causing interaction with more water molecules.

Keyword : QCM, CuPc, Duration of deposition, Humidity Sensor, Adsorption, Thickness, *Relative Humidity*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Studi Pengaruh Waktu Deposisi Copper Phthalocyanine (CuPc) di Atas Quartz Crystal Microbalance (QCM) terhadap Efektivitas QCM sebagai Sensor Kelembaban: Tinjauan Perubahan Frekuensi QCM sebagai Rerspon Perubahan Relative Humidity (RH)**”. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat kelulusan dalam menempuh S1 Fisika. Penelitian ini didanai oleh hibah Deseminasi PUPP Nomor 137/SP2H/LT/DPRM/III/2016 RISTEK DIKTI melalui LPPM UB. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari banyak pihak, maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kemudahan, sehingga pengerjaan dan penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Ibu dan Bapak (Efa Sustianah dan Yawan), adik tersayang (Rohma Meita Sari) serta semua keluarga besar yang telah memberikan semangat dan doanya selama ini.
3. Ibu Dr. Eng. Masruroh, S.Si., M.Si. selaku pembimbing pertama yang telah dengan sabar menyediakan banyak waktu, tenaga, saran, dan bimbingannya dari pengajuan judul sampai dengan selesainya skripsi ini.
4. Bapak Ir.D.J.Djoko.H.Santjojo.,M.Phil.,Ph.D selaku dosen pembimbing kedua yang telah menyediakan banyak waktu, tenaga, saran dalam diskusi untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Mauludi Ariesto Pamungkas, S.Si.,M.Si.,Ph.D selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan pengarahan dan nasehat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen jurusan Fisika yang telah memberi arahan, pengajaran ilmu yang sangat berguna bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Laboran yaitu, Bapak Puji, Bapak Roby, dan Bapak Adi yang telah memberi pengarahan dan pengawasan dalam penyelesaian skripsi ini.

8. Kakak-kakak S2, yaitu Mbak Sukma, Mbak Nike, Mbak Nur, Mas Ridha, Mas Imron yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Teman seperjuangan Daniel, Rudi, Fahmi, Bintang Deska, Bintang Muslim, Mbak Lela, Haris, Tyas, Sri, dan Agnes yang selama ini telah memberikan support dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Sahabat-sahabat yang ada di HIMAWARKOP yang selalu mensupport dan membantu secara moral dalam untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman kontrakan, yaitu Almo, Faizul, Rizal, Afif, dan Harun yang selalu menghibur di kala suka maupun duka.
12. Serta pihak-pihak lain yang mendukung yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan baik dari segi isi maupun penyajian. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna membantu perbaikan dan menyempurnakan skripsi ini. Semoga tulisan skripsi ini menjadi pedoman dan acuan untuk penelitian yang akan datang.

Malang, 10 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PENGESAHAN	III
HALAMAN PERNYATAAN.....	V
ABSTRAK.....	VII
KATA PENGANTAR	XI
DAFTAR ISI.....	XIII
DAFTAR GAMBAR	XV
DAFTAR TABEL.....	XVII
DAFTAR LAMPISAN	XIX
BAB I PENDAHULUAN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1 Kelembaban	Error! Bookmark not defined.
2.2 <i>Quartz Crystal Microbalanced</i> (QCM) ..	Error! Bookmark not defined.
2.3 Lapisan Diatas QCM	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Proses pelapisan QCM dengan metode PVD	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Kekasaran Lapisan	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Sifat Viskoelastik	Error! Bookmark not defined.
2.4 Copper Phthalocyanine (CuPc)	Error! Bookmark not defined.
2.5 Adsorpsi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3 Prosedur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan ..	Error! Bookmark not defined.

3.3.2 Pelapisan Polistiren	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Pelapisan CuPc.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.4 Pengukuran Frekuensi.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.5 Pengukuran Impedansi.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.6 Uji Respon Kelembaban....	Error! Bookmark not defined.
3.3.7 Analisa Mikroskop Optik ..	Error! Bookmark not defined.
3.3.8 Analisa Sudut Kontak	Error! Bookmark not defined.
3.3.9 Analisa Kekasaran	Error! Bookmark not defined.
3.4 Rencana Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Pengaruh Waktu Deposisi terhadap Lapisan CuPc yang Terbentuk.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Pengaruh waktu deposisi CuPc terhadap morfologi lapisan CuPc yang terbentuk	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Pengaruh waktu deposisi CuPc terhadap Viskoelastisitas lapisan CuPc yang terbentuk .	Error! Bookmark not defined.
4.2 Pengaruh Ketebalan Lapisan CuPc terhadap Respon Kelembaban.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Mekanisme interaksi lapisan CuPc dengan molekul uap air	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1** Geometri molekul air (merah= O, abu-abu = H).**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2** Skema ikatan molekul air dengan molekul air yang lain (d), dengan ion (e) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3** Pematangan kuarsa pada sudut AT-cut.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 4** Grafik perubahan frekuensi untuk setiap kondisi %RH **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 5** Model pembentukan lapisan a). layer, b). layer-island, c). island (Lindner,2016)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 6** Pengaruh kekasaran lapisan dengan sudut kontak yang dibentuk antara permukaan dengan molekul air...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 7** Geometri kimia molekul CuPc**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 8** Interaksi CuPc dan H₂O**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 9** Ilustrasi terjadi proses adsorpsi**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 10** Empat tahapan mekanisme adsorpsi molekul air **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 11** Struktur banyak lapisan dari proses air terkondensasi **Error! Bookmark not defined.**
- No table of figures entries found.****Gambar 4. 1** Hasil Mikroskop Optik dengan perbesaran 500x pada permukaan Ps/QCM yang dilapisi CuPc dengan waktu deposisi a). 3 menit, b). 4 menit, c). 5 menit, d). 6 menit.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2** Grafik hubungan waktu deposisi CuPc dengan ketebalan lapisan CuPc yang terbentuk diatas Ps/QCM **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3** Grafik hubungan Ketebalan dan Kekasaran Lapisan CuPc yang terbentuk ... **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4. 4** Grafik hubungan ketebalan lapisan CuPc yang terbentuk dengan nilai impedansinya **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5** Hubungan ketebalan lapisan CuPc dengan Kekasaran lapisan CuPc dan impedansi lapisan CuPc yang terbentuk..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6** Grafik hubungan perubahan frekuensi terhadap perubahan %RH pada lapisan dengan ketebalan lapisan CuPc sebesar 0,0116 μm **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 7** Grafik hubungan perubahan frekuensi terhadap perubahan %RH pada lapisan dengan ketebalan lapisan CuPc sebesar 0,0173 μm **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 8** Grafik hubungan perubahan frekuensi terhadap perubahan %RH pada lapisan dengan ketebalan lapisan CuPc sebesar 0,0496 μm **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 9** Grafik hubungan perubahan frekuensi terhadap perubahan %RH pada lapisan dengan ketebalan lapisan CuPc sebesar 0,1588 μm **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 10** Hubungan waktu deposisi CuPc dengan ketebalan yang terbentuk diatas QCM dan perilaku terhadap respon kelembaban. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 11** Ilustrasi interaksi molekul polar air dengan kation CuPc..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1** Tabel karakter adsorpsi (Micromeritics Intrumen Corporation ,2017) **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1** Ketebalan lapisan CuPc yang terbentuk untuk setiap waktu deposisi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2** Kekasaran permukaan CuPc/Ps/QCM untuk setiap ketebalan CuPc yang terbentuk..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3** Hasil pengukuran sudut kontak untuk setiap waktu deposisi CuPc **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4** Hasil pengukuran Impedansi untuk setiap waktu deposisi **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5** Klasifikasi Adsorpsi (Micromeritics Intrumen Corporation,2017) **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPISAN

- Lampiran 1** Data hasil pengukuran impedansi**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2** Data hasil uji respon kelembaban**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3** Data hasil analisa TMS**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4** Data hasil pengukuran Sudut Kontak..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5** Dokumentasi alat dan bahan**Error! Bookmark not defined.**

