

Studi Efektifitas *Masking* SnCl₂.2H₂O terhadap Pembentukan Profil QCM Menggunakan Teknik Etsa Basah dengan Larutan KOH

Tri Andi Rusly^{1)*}, D.J. Djoko H. Santjojo²⁾, S. P. Sakti²⁾, dan Masruroh²⁾

¹⁾ Program Magister Ilmu Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

²⁾ Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

Diterima 21 Juli 2017, direvisi 26 Oktober 2017

ABSTRAK

Telah dilakukan proses etsa kristal SiO₂ menggunakan metode etsa basah dengan larutan etchan KOH. Proses etsa dilakukan dengan menggunakan konsentrasi larutan KOH 40% dengan variasi waktu etsa 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam. Pada penelitian ini metode etsa basah dilakukan dengan mengoptimasi waktu etsa terhadap pembuatan profil pada QCM dengan menggunakan bahan *masking* SnCl₂.2H₂O yang di deposisi dengan teknik *Spray Coating*. SnCl₂.2H₂O dipilih sebagai bahan *masking* karena memiliki sifat adesif terhadap SiO₂, tidak reaktif terhadap larutan etsa KOH dan tahan korosi serta biaya yang murah. Hasil permukaan profil etsa dan kedalaman etsa (Δz) ditentukan dengan menggunakan *topography measurement system* (TMS 1200). Hasil perhitungan laju etsa dengan KOH 40% selama waktu etsa 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam diperoleh laju etsa masing-masing sebesar 4,36 μm , 4,56 μm dan 5,79 μm . Pola permukaan QCM yang optimal diperoleh KOH 40% dengan waktu 1 jam dengan laju etsa 4,56 $\mu\text{m}/\text{jam}$ dan pola etsa membentuk pola isotropik.

Kata Kunci: *Masking*, SnCl₂.2H₂O, Kristal SiO₂, larutan KOH, dan laju etsa.

ABSTRACT

SnCl₂.2H₂O has been successfully utilized to produce isotropic profile on the surface of a SiO₂ crystal by a wet etching process. The etching process was carried out by using a 40% KOH solution. In this research, the wet etching method is carried out by optimizing the etch time which was varied for 0.5 hour, 1 hour, 1.5 hour. The profile was determined by applying a SnCl₂.2H₂O on the surface of a QCM. The mask was applied by using a spray coating technique. The SnCl₂.2H₂O material was chosen as the masking material because it has a high adhesive property to SiO₂, does not react to the KOH etching solution and is corrosion resistance as well as low cost. The etching profile surface results and etch depth (Δz) were determined using topography measurement system (TMS 1200). The etching rate with 40% KOH during etching time of 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes were 4.36 μm , 4.56 μm and 5.79 μm respectively. The optimum QCM surface isotropic profile was obtained at the etching rate of 4.56 $\mu\text{m} / \text{h}$ by 60 minutes etching.

Keywords: Masking, Wet etching, SnCl₂.2H₂O, SiO₂, KOH, etching rate.

PENDAHULUAN

Quartz Crystal Microbalance (QCM) merupakan sebuah sensor ultrasensitif yang digunakan sebagai biosensor. QCM terbuat dari bahan kristal silikon oksida (SiO₂). Kristal

*Corresponding author:

E-mail: triandirusly@gmail.com

kuarsa dapat dipotong dengan sudut yang berbeda yang dapat menghasilkan tipe kristal dengan *property* spesifik [1]. Kristal kuarsa ini mempunyai sifat material unik yaitu mampu menghasilkan tegangan listrik ketika diberi tekanan mekanikal dan juga sebaliknya, dimana sifat ini dikenal dengan nama efek piezoelektrik. Sifat inilah yang dimanfaatkan untuk menghasilkan resonansi listrik-mekanik, sehingga kristal akan bergetar pada frekuensi

alami tertentu jika diberi tegangan listrik bolak-balik. Frekuensi alami ini ditentukan oleh potongan dan dimensi keping kristal, yang ditetapkan pada saat pembuatan. [2]

Sensor QCM memiliki frekuensi awal dan karakteristik ketebalan kuarsa, semakin besar frekuensi dari QCM, maka semakin tipis ketebalan kuarsa dari sensor tersebut. Frekuensi dari sensor QCM dapat berubah oleh beberapa parameter, diantaranya adalah ketebalan kuarsa kristal dan viskositas lapisan pada QCM. Peningkatan frekuensi QCM dapat dilakukan dengan cara, mengurangi ketebalan kuarsa menggunakan metode kimiawi, salah satunya adalah dengan teknik etsa [3]

Teknik etsa adalah proses pembentukan pola dengan menggunakan asam kuat untuk mengikis bagian permukaan yang tidak terlindungi *masking* [4]. *Masking* atau *resist* digunakan untuk melindungi bagian material yang diperlakukan etsa. *Masking* harus memenuhi beberapa kriteria antara lain bersifat adhesif atau melekat dengan baik pada permukaan material, tidak bereaksi saat pelarutan, mampu menahan panas yang timbul akibat perlakuan etsa, dan mudah dihilangkan serta tidak mahal. Penentuan nilai etsa diperoleh dari hasil bagi antara kedalaman etsa dan waktu etsa, nilai etsa yang didapat pada proses etsa dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu; jenis *masking*, jenis larutan etsa, konsentrasi larutan waktu dan suhu [5].

Penelitian sebelumnya sudah dilakukan oleh Masruroh dkk [6] teknik etsa basah pada permukaan QCM dengan larutan etsa KOH dengan variasi konsentrasi 25%, 30% dan 35% menggunakan *masking* AuPd. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *masking* AuPd masih bereaksi dengan larutan etsa pada konsentrasi KOH 35% hal ini disebabkan karena senyawa AuPd yang terkikis sehingga *masking* rusak dan mempengaruhi pola yang terbentuk. Dari penelitian ini hasil terbaik untuk pembentukan profil adalah dengan varian konsentrasi KOH 40% dengan laju etsa sebesar 0,26 μm. Karena *masking* AuPd yang masih belum efektif dalam ketahanan terhadap larutan etsa KOH dan biaya yang mahal maka diperlukan alternatif *masking* dari bahan lain yang memenuhi kriteria bahan *masking*. Pada penelitian ini, SnCl₂.2H₂O dipilih sebagai bahan *masking*, dikarenakan SnCl₂.2H₂O bersifat adhesif terhadap SiO₂ dan tidak reaktif

terhadap larutan etsa KOH dan tahan terhadap korosi karena adanya lapisan oksida timah yang menghambat proses oksidasi lebih jauh [7] ketika dipanaskan akan membentuk SnO₂ yang senyawanya berikatan secara polar dengan SiO₂ kemudian menghasilkan sifat adhesif pada kedua senyawa [8]

Optimalisasi etsa dilakukan meningkatkan konsentrasi larutan etsa KOH sebesar 40%, dan variasi waktu etsa 30, 60 dan 1,5 jam. Tujuannya untuk mendapatkan hasil yang optimal untuk pembentukan profil dan studi terhadap ketahanan *masking* SnCl₂.2H₂O.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan spesifikasi bahan *pro-analysis* (p.a) yang memiliki kemurnian sangat tinggi mencapai angka (99,5%), biasa digunakan untuk keperluan laboratorium seperti maserasi, ekstraksi, dan separasi. Bahan *masking* yang digunakan pada penelitian ini adalah SnCl₂.2H₂O (p.a) yang berfungsi untuk melindungi area non-etsa dengan larutan pelarut NH₄F (p.a), pada pembuatan konsentrasi larutan *masking* digunakan perhitungan sebagai berikut

$$\text{Konsentrasi}(\%) = \frac{g_1}{P_1 + P_2} \times 100 \quad (1)$$

g_1 = massa zat terlarut (gr)

P_1 = massa pelarut (gr)

P_2 = massa pelarut (gr)

Melarutkan larutan *masking* menggunakan *ultrasound bath brandson* dengan waktu 2-5 menit. Pelapisan bahan *masking* yang telah dibuat dilakukan dengan teknik *spray coating* dengan menggunakan alat *spray bottle*. Pelapisan dilakukan diatas kuarsa QCM tanpa elektroda dengan pola *masking* yang dibuat dari kapton tape. Kemudian dilakukan anealing dengan menggunakan furnace/tanur pada suhu 300-350°C selama 30 menit untuk mengeringkan bahan *masking* diatas substrat.

Teknik Etsa Basah. Teknik etsa basah menggunakan larutan etsa KOH (p.a) dengan pelarut aquades, pembuatan larutan KOH digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{etsa} = \frac{\text{KOH} + \text{Aquades}}{\text{pelarut}} \times 100 \quad (2)$$

Proses pelarutan menggunakan alat ultrasound bath branson 2510. Proses etsa dilakukan dengan menggunakan alat *hot plate* dan *magnetic stirrer* dengan cara perendaman dengan suhu 100°C. Parameter yang harus diatur diantaranya adalah suhu 100°C dengan varian waktu perendaman 0,5 jam sampai 1,5 jam. Kemudian pembersihan sisa masking (*stripping*) SnCl₂.2H₂O menggunakan larutan HNO₃ (p.a). Sampel yang telah dietsa dikarakterisasi dengan menggunakan *topography measurement* (TMS-1200) untuk mengetahui bagaimana profil permukaan dan kedalaman etsa (Δz) kristal SiO₂ setelah dietsa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan laju etsa dilakukan dengan mengukur nilai kedalaman etsa yang didapat, kemudian nilai kedalaman etsa ini dibagi dengan durasi etsa yang dilakukan. Ketinggian dari suatu daerah pada hasil karakterisasi menggunakan TMS-1200 ditunjukkan dengan *color bar*, dimana dalam *color bar* terdapat sebaran warna yang merepresentasikan ketinggian. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1, 2 dan 3, bagian berwarna merah, kuning dan

hijau adalah daerah etsa dan bagian berwarna biru adalah daerah tidak ter-etsa. Nilai Δz ditentukan dari selisih nilai 1 dan 2 pada grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 1 – 3. Hubungan nilai 1 dan 2, nilai Δz dan laju etsa untuk masing-masing waktu etsa ditunjukkan pada Tabel 1. Perhitungan ketebalan lapisan menggunakan persamaan berikut [9]:

$$\text{laju etsa} = \frac{\Delta z}{t} \quad (3)$$

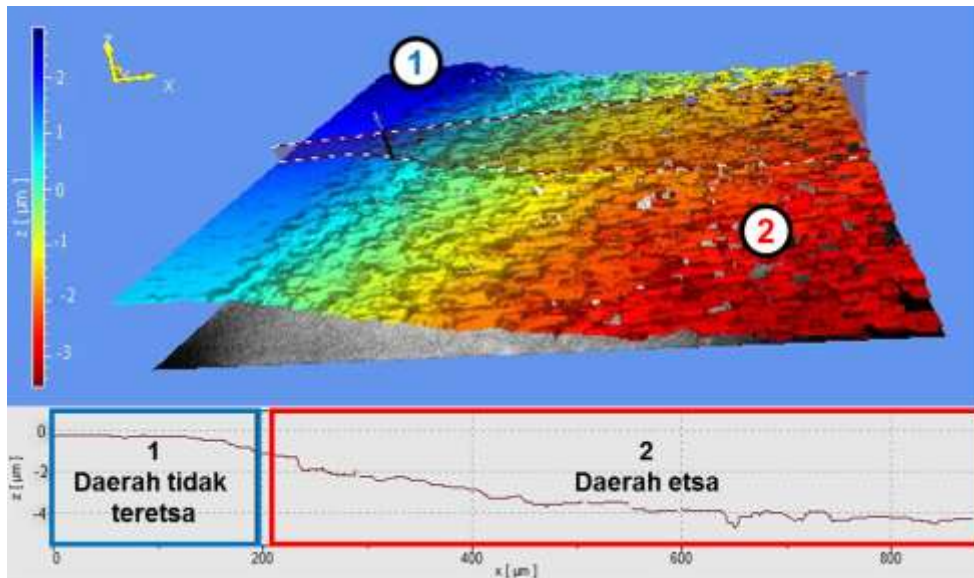
Δz = kedalaman etsa (μm)

t = waktu etsa (jam)

Tabel 1. Hubungan kedalaman dan laju etsa

t (jam)	Nilai 1 (μm)	Nilai 2 (μm)	Δz (μm)	Laju etsa ($\mu\text{m}/\text{jam}$)
0,5	1,98	-1,50	3,48	6,96
1	2,99	-1,57	4,56	4,56
1,5	4,36	-2,14	6,50	4,33

Hasil etsa dengan KOH 40% selama 0,5 jam seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1 tampak jelas perbedaan bagian yang ter-etsa dan bagian yang tidak ter-etsa dan laju etsa selama didapatkan hasil yang cukup baik dengan laju etsa 4,36 $\mu\text{m}/\text{jam}$.



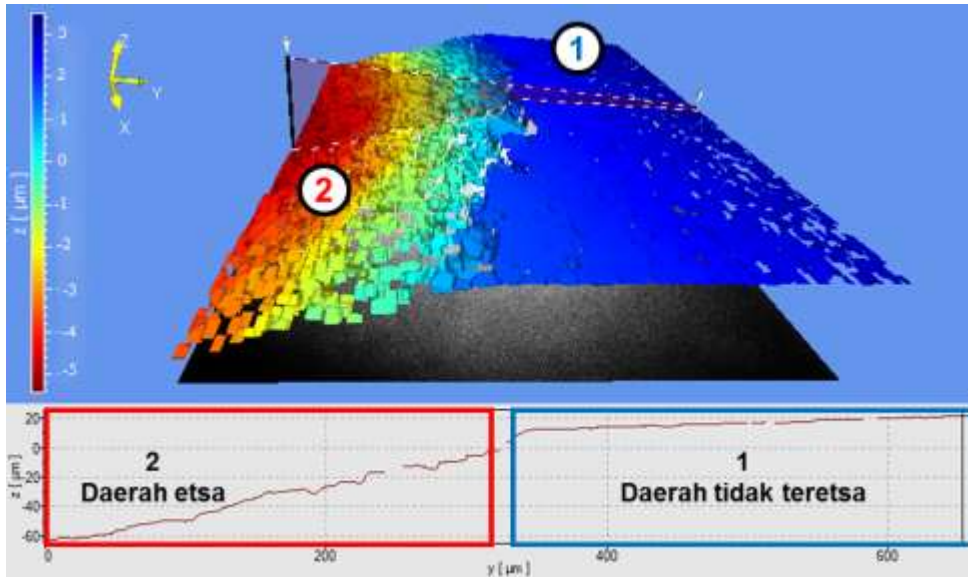
Gambar 1. Morfologi permukaan pola 3 dimensi dan nilai z hasil uji TMS pada waktu etsa 0,5 jam.

Morfologi hasil etsa KOH 40% dengan waktu etsa 1 jam dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan hasil etsa dengan KOH 40% selama 1 jam terlihat jelas bagian yang ter-etsa dan bagian yang tidak ter-

etsa, pada bagian berwarna merah adalah daerah *masking* dan bagian berwarna hijau adalah daerah etsa, dari kedua perbedaan warna tersebut menjelaskan bahwa ketinggian masing-masing daerah nampak berbeda, pada daerah

masking terlihat morfologi yang datar dan rapi, ini menunjukkan tidak adanya *masking* yang

rusak atau bereaksi terhadap larutan etsa (KOH).

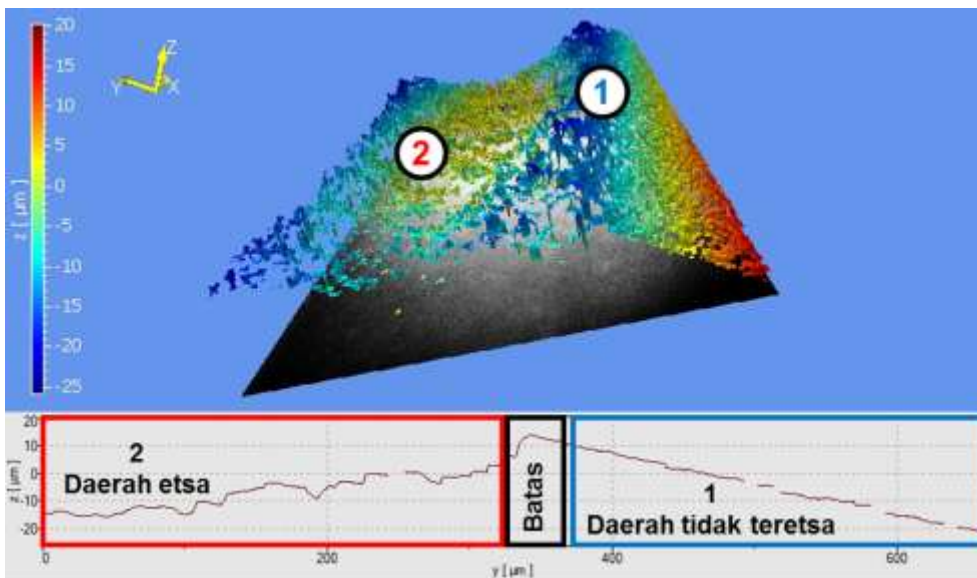


Gambar 2. Morfologi permukaan pola 3 dimensi dan nilai z hasil uji TMS pada waktu etsa 1 jam.

Tampak pada daerah etsa terlihat ada bagian yang sedikit kasar dan menurun kebawah, grafik tersebut menunjukkan ada tingkat kedalaman yang berbeda antara daerah *masking* dan daerah etsa. Daerah etsa yang ditunjukkan pada grafik terlihat bahwa bentuk etsa yang terbentuk adalah bentuk isotropik. Bentuk etsa isotropik adalah bentuk etsa kesegala arah baik vertikal maupun horizontal [10]. Bentuk ini merupakan bentuk yang wajar pada proses etsa basah karena larutan etsa memiliki variabel yang tidak dapat bebas

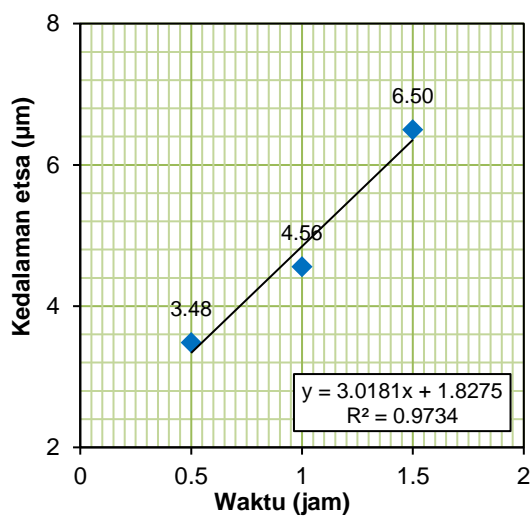
dikontrol seperti tekanan larutan dan juga suhu reaksi dari larutan pada proses etsa.

Hasil etsa dengan KOH 40% selama 1,5 jam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 tampak adanya perbedaan antara bagian yang ter-etsa dan bagian yang tidak ter-etsa tidak nampak jelas. Selain itu, di daerah *masking* juga terlihat kerusakan ini disebabkan karena ketahanan *masking* yang mulai melemah dengan bertambahnya waktu etsa dan hasil nilai kekasaran pada kedua sisi juga meningkat signifikan.

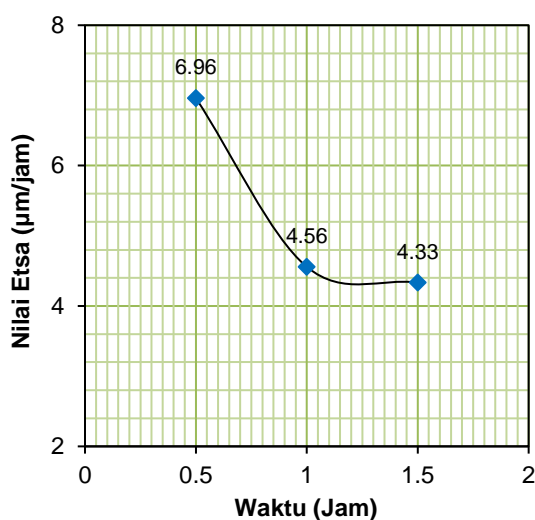


Gambar 3. Morfologi permukaan pola 3 dimensi dan nilai z hasil uji TMS pada waktu etsa 1,5 jam.

Hasil dari pengukuran nilai Δz dari TMS kemudian dihitung menggunakan persamaan 1 dan diperoleh grafik yang diilustrasikan pada Gambar 4. Nilai etsa merupakan suatu ukuran untuk menentukan seberapa cepat permukaan suatu material terkikis per satuan waktu [11]. Semakin lama waktu yang digunakan untuk etsa semakin meningkat juga nilai kedalaman etsa sesuai dengan hasil etsa QCM (Gambar 1, 2 dan 3). Berdasarkan Gambar 4 dan 5 diperoleh asumsi bahwa waktu etsa yang optimal untuk penggunaan *masking* SnCl₂.2H₂O adalah 1 jam dan kedalaman etsa yang diperoleh yaitu 4,56 μm serta laju etsa 4.56 $\mu\text{m}/\text{jam}$.



Gambar 4. Hubungan waktu etsa dan kedalaman etsa (Δz).



Gambar 5. Hubungan antara waktu dengan laju etsa

Hasil tersebut dikatakan optimal berdasarkan ketahanan *masking* pada daerah

non etsa dan kedalaman etsa. Perbandingan antara 3 varian penggunaan waktu etsa dilakukan untuk menguji ketahanan *masking* sehingga pola sederhana dapat terbentuk. Berdasarkan hasil perbandingan dapat dipilih untuk varian waktu etsa 1 jam (Gambar 2) tampak bahwa daerah non etsa tidak terkikis dan daerah etsa berada di kedalaman yang lebih besar dibandingkan dengan waktu etsa 0,5 jam. Jika ditinjau secara visual tampak perbedaan yang signifikan antara daerah non etsa dan daerah etsa. Sedangkan dengan varian waktu 1,5 jam daerah non etsa sudah terlihat semakin terkikis dengan bentuk morfologi yang kurang rapi sehingga mempengaruhi pola etsa yang dibentuk. Maka dapat diasumsikan penggunaan waktu etsa 1,5 jam tidak optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diambil kesimpulan bahwa perubahan waktu etsa berbanding lurus dengan nilai kedalaman etsa yang didapatkan. Hasil optimal untuk tiap etsa ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu waktu etsa, jenis larutan dan jenis *masking* yang digunakan. Hasil etsa yang optimal dengan menggunakan larutan etsa KOH 40% dan *masking* SnCl₂.2H₂O didapatkan pada varian waktu etsa selama 1 jam dengan laju etsa 4,56 $\mu\text{m}/\text{jam}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Johannsmann, D. (2015) The Quartz Crystal Microbalance in Soft Matter Research [Internet]. Quartz Cryst. Microbalance Soft Matter Res. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07836-6>
- [2] Tichý, J., Erhart, J., Kittinger, E. dan Přivratská, J. (2010) Fundamentals of Piezoelectric Sensorics [Internet]. Fundam. Piezoelectric Sensorics Mech. Dielectr. Thermodyn. Prop. Piezoelectric Mater. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68427-5>
- [3] Talib, Z.A., Baba, Z., Kurosawa, S., Sidek, H.A.A., Kassim, A. dan Yunus, W.M.M.

- (2006) Frequency Behavior of a Quartz Crystal Microbalance (Qcm) in Contact with Selected Solutions. *American Journal of Applied Sciences*, **3**, 1853–8. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2006.1853.1858>
- [4] Hülsenberg, D., Harnisch, A. dan Bismarck, A. (2008) Microstructuring of Glasses [Internet]. *Microstruct. Glas.* Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-49888-9>
- [5] Nguyen, N.-T. dan Wereley, S.T. (2006) *Fundamentals and Applications of Microfluidics*. Second Edi. Artech House, Boston.
- [6] Masruroh, Santjojo, D.J.D.H., Sakti, S.P. dan Nova, I. (2016) KOH wet etching technique for patterned formation on surface of quartz crystal with AuPd mask. *2016 International Seminar on Sensors, Instrumentation, Measurement and Metrology (ISSIMM)*, IEEE. hal. 104–6. <https://doi.org/10.1109/ISSIMM.2016.7803732>
- [7] Zhuang, D. dan Edgar, J.H. (2005) Wet etching of GaN, AlN, and SiC: a review. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, **48**, 1–46. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2004.11.002>
- [8] Armer, B. dan Schmidbaur, H. (1970) Organogold Chemistry. *Angewandte Chemie International Edition in English*, **9**, 101–13. <https://doi.org/10.1002/anie.197001011>
- [9] Saito, M., Sakaguchi, M., Tajima, T., Ishimura, K., Nagase, S. dan Hada, M. (2010) Dilitioplumbole: a lead-bearing aromatic cyclopentadienyl analog. *Science (New York, NY)*, **328**, 339–42. <https://doi.org/10.1126/science.1183648>
- [10] Bhushan, B. (2012) *Encyclopedia of Nanotechnology*. Springer, Dordrecht.
- [11] Chai, J., Walker, G., Wang, L., Massoubre, D., Tan, S.H., Chaik, K. et al. (2016) Silicon etching using only Oxygen at high temperature: An alternative approach to Si micro-machining on 150 mm Si wafers. *Scientific Reports*, **5**, 17811. <https://doi.org/10.1038/srep17811>