

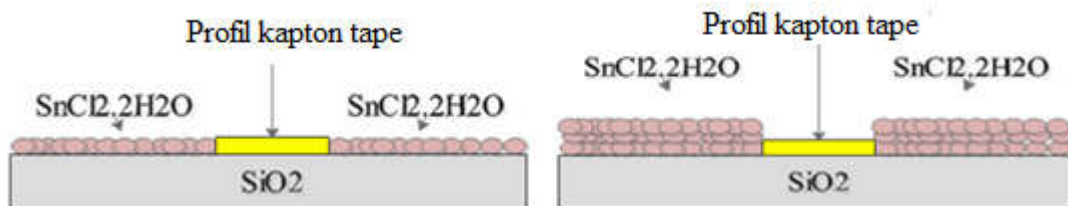
## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Pelapisan *masking* SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O pada QCM

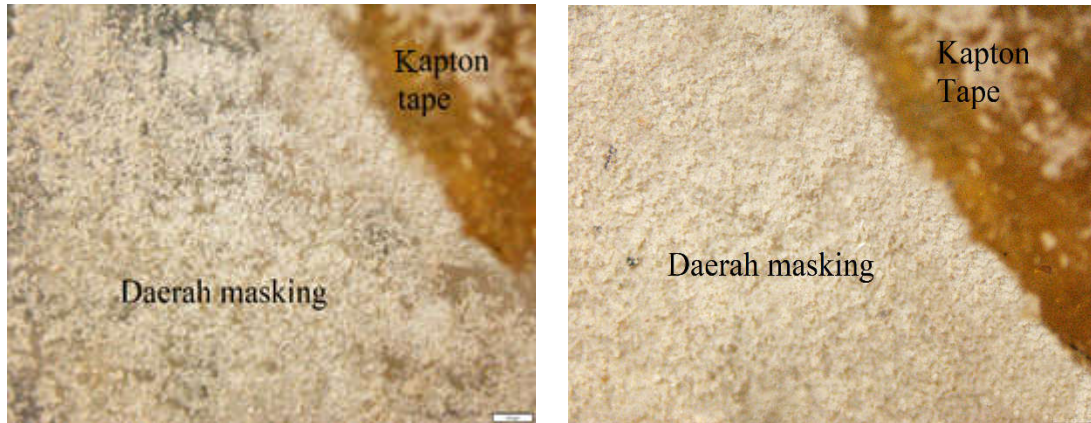
Pembentukan lapisan SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O diatas QCM diperlukan untuk membuat lapisan *masking* yang berfungsi untuk melindungi daerah non-etsa. Ketebalan *masking*, kerapatan *masking* dan adhesif *masking* pada QCM berhubungan dengan ketahanan *masking* yang diperlukan sebagai pelindung untuk proses pengikisan secara kimiawi atau etsa basah. Proses pembuatan *masking* meliputi pelapisan *masking* diatas QCM, pemanasan dengan suhu tinggi dan pengulangan pelapisan. Pada pembuatan lapisan SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O menggunakan teknik *spray coating*, banyaknya pengulangan pelapisan sangat berpengaruh terhadap ketebalan *masking* yang terbentuk.

Pada penelitian ini dilakukan pengulangan lapisan *masking* SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan tujuan agar *masking* yang terbentuk diatas QCM mendapatkan ketebalan yang cukup untuk melindungi daerah non-etsa dari QCM.



Gambar 5.1. Ilustrasi pelapisan dan pengulangan pelapisan *masking* SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O diatas QCM.

Hasil morfologi permukaan lapisan *masking* pada QCM dilihat menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 10x yang ditunjukkan pada gambar 5.2 dibawah :



Gambar 5.2 Permukaan lapisan *masking*  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  pada QCM.

Hasil pengulangan pelapisan yang terlihat pada gambar 5.2 (kiri) terlihat rapi dan lebih tebal dibandingkan dengan gambar 5.2 (kanan) dengan demikian dapat diasumsikan *masking* telah terlapisi dengan baik sebagai pelindung QCM. Kemudian untuk melihat kerapatan dari *masking* dilakukan pemindaian pada daerah *masking* dengan perbesaran 50x disajikan pada gambar 5.3 dibawah ini :



Gambar 5.3 Permukaan *masking*  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Hubungan antara *masking* dan QCM dapat diteorikan dengan hubungan ikatan fisika antara kedua zat. Ikatan yang terbentuk antara  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{SiO}_2$  yaitu bersifat adesif, yang mana sifat adesif ini terjadi karena adanya pengkristalan dari salah satu zat ke zat lainnya sehingga menimbulkan kelekatan antar kedua zat. Adesif terbagi atas dua teori, yaitu adesif sensitif dan adesif hot. Adesif sensitif adalah perekatan yang ditimbulkan dengan dorongan menggunakan tekanan cahaya, sedangkan adesif hot perekatan yang dibuat dengan cara pemanasan dengan suhu tinggi 100-300 °C (Packham, 2011). Zat yang mengalami pengkristalan dalam penelitian ini yaitu senyawa  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , yang mana senyawa  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  direkatkan dengan cara dipanaskan dengan suhu tinggi.

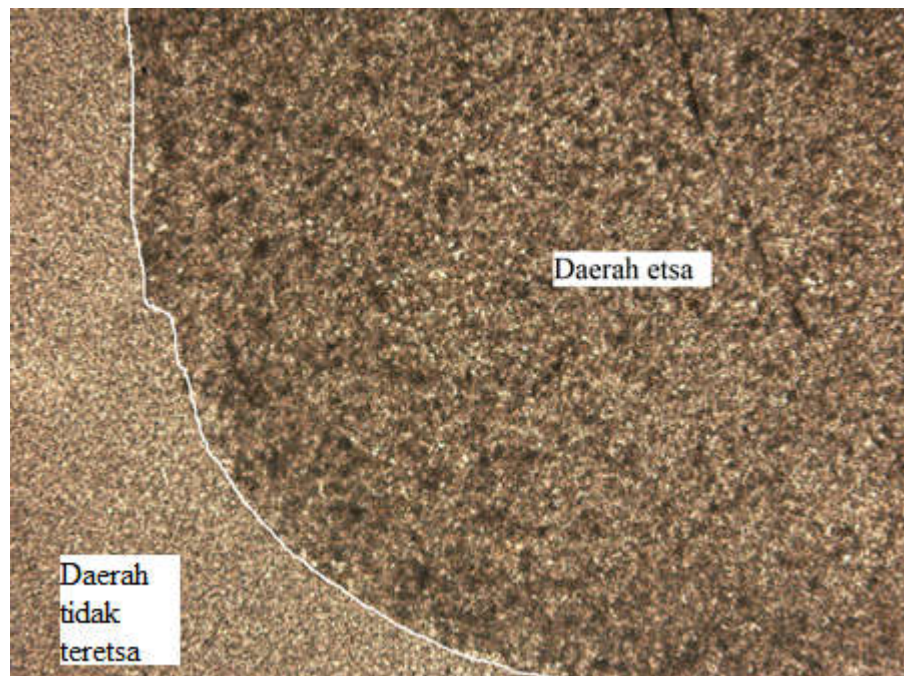
## 5.2 Pengaruh Waktu Etsa Larutan HF Terhadap Masking dan Pola

Pada proses pembentukan pola pada  $\text{SiO}_2$  menggunakan metode etsa basah, variasi waktu larutan etsa dapat berpengaruh terhadap laju etsa, ketahanan *masking* dan kedalaman profil yang akan dibuat. Morfologi permukaan  $\text{SiO}_2$  yang teretsa dilihat dengan menggunakan dua alat. Alat yang pertama yaitu mikroskop optik, untuk melihat perubahan dan perbedaan antara daerah etsa dan daerah *masking*. Alat yang kedua yaitu TMS (*Topography Measurement System*), untuk mengetahui nilai ketebalan dan morfologi 3 dimensi. Nilai yang didapat dari TMS dapat dihitung berdasarkan nilai Z pada TMS, dimana nilai Z merupakan suatu titik koordinat yang menyatakan kedalaman dari spesimen yang akan diuji. Dengan memfokuskan pemindaian pada daerah etsa dan daerah *masking* maka akan diperoleh kedua

perbedaan untuk selisih nilai  $Z$ , pada daerah teretsa sebagai nilai  $Z$ -*etsa*, dan daerah tidak teretsa sebagai nilai  $Z$ -*masking*.

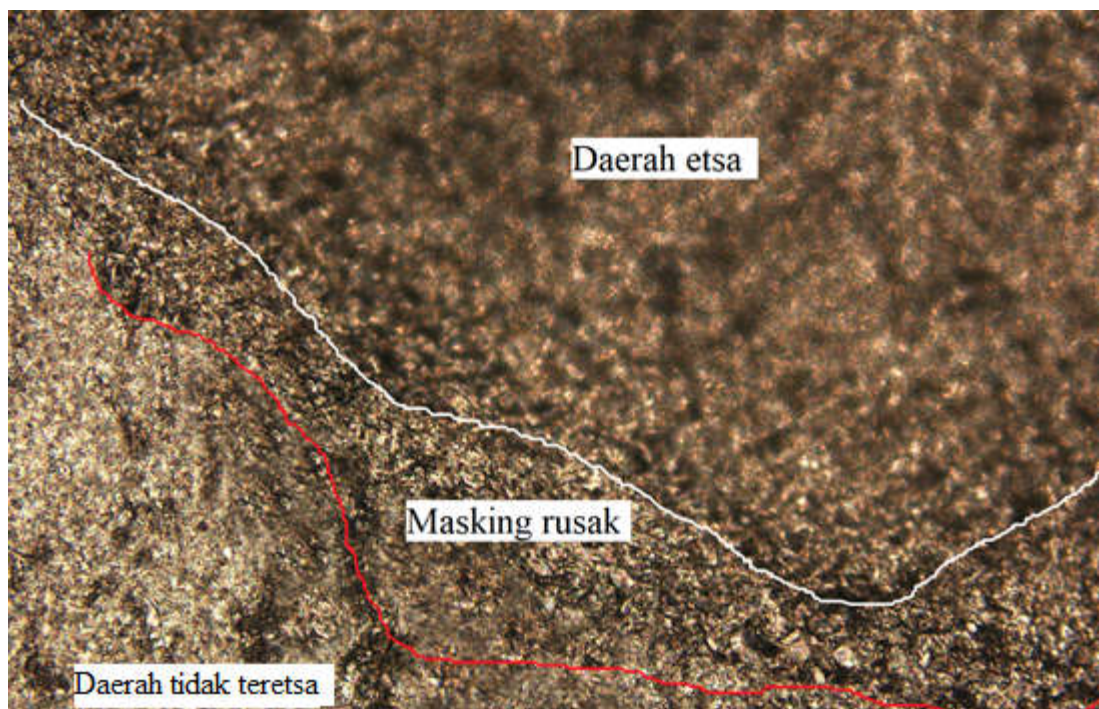
Nilai laju etsa diperoleh berdasarkan persamaan (2.9) yaitu selisih ketinggian daerah yang terlindungi dengan daerah yang terkikis ( $z$ ) dibagi dengan waktu perendaman ( $t$ ). Untuk daerah yang tidak teretsa diberi penamaan sebagai **daerah tidak teretsa**, sedangkan untuk daerah yang teretsa diberi penamaan dengan **daerah etsa**.

Gambar 5.4 menjelaskan bahwa HF mampu mengikis  $\text{SiO}_2$  dengan konsentrasi larutan 30% selama 30 menit sampai dengan 90 menit, dengan hasil terbaik pada waktu etsa selama 60 menit, terlihat bentuk pola dan degradasi warna antara daerah etsa dan daerah *masking*.



Gambar 5.4 Morfologi hasil etsa HF 30% selama 60 menit menggunakan mikroskop optik.

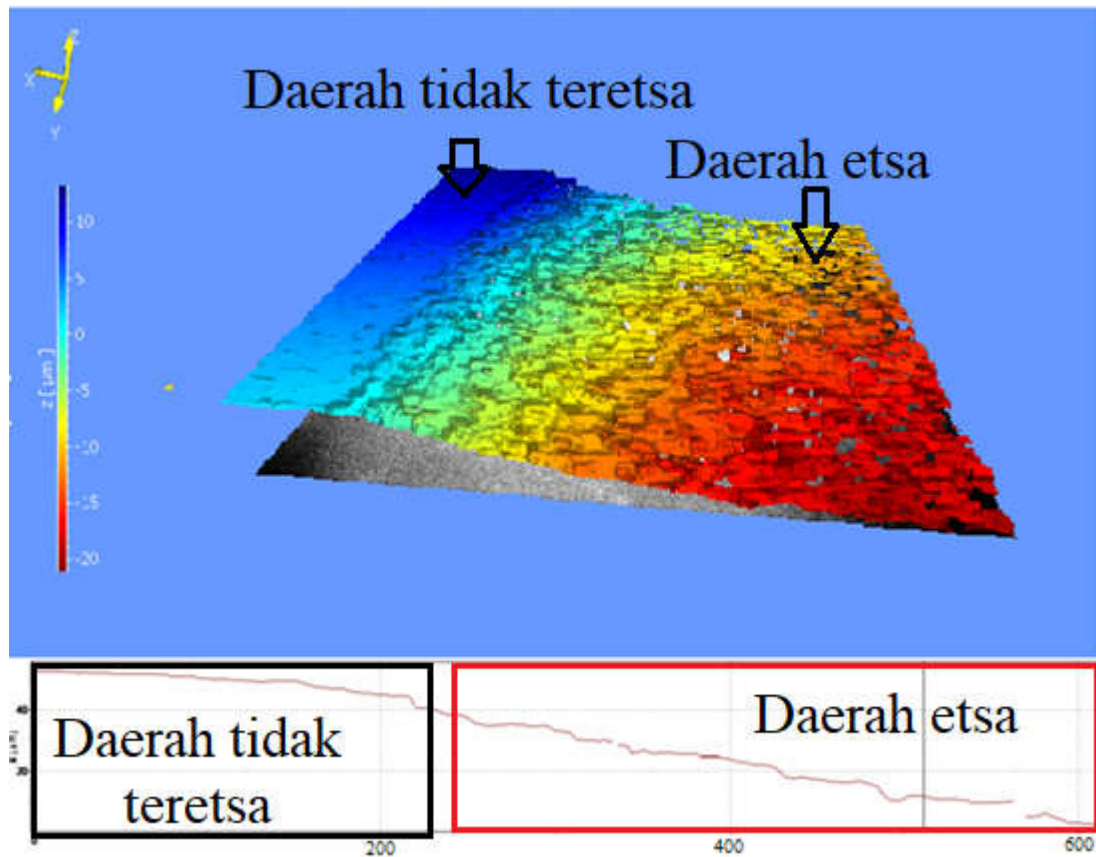
Akan tetapi untuk waktu perendaman selama lebih dari 1 jam *masking* sudah terlepas dari QCM kemudian menyebabkan pola yang dihasilkan menjadi rusak. Sehingga gambar morfologi yang didapatkan yaitu terdapat dua daerah yang tidak fokus antara daerah etsa dan daerah *masking*, hal ini dikarenakan permukaan kuarsa yang mengalami perbedaan tinggi dan tidak beraturan. Hasil tersebut dapat dilihat menggunakan mikroskop optik pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Morfologi hasil etsa HF 30% selama lebih dari 1 jam menggunakan mikroskop optik.

Hasil pemindaian TMS pada gambar 5.3 menunjukkan bahwa hasil etsa  $\text{SiO}_2$  tidak homogen ditinjau dari dua faktor, yang pertama dari faktor warna, warna dari

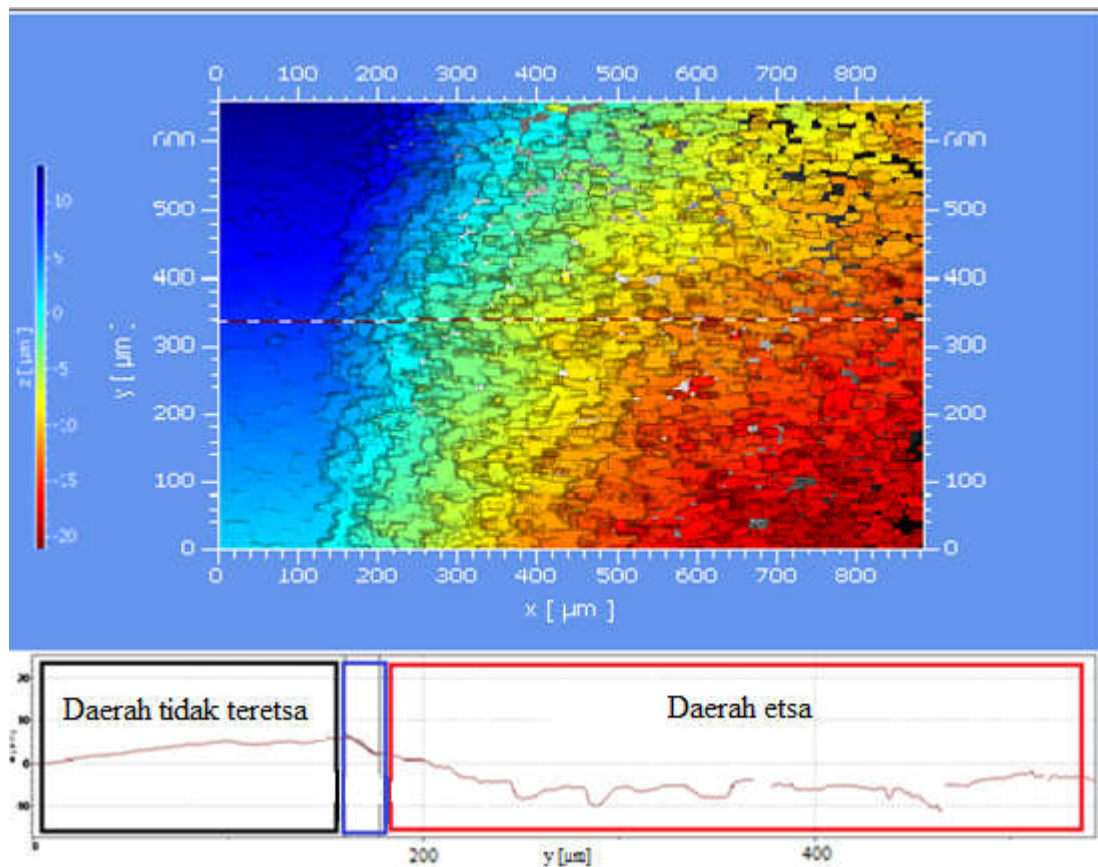
setiap morfologi menghasilkan dua warna yang berbeda, ini menandakan bahwa ada perbedaan ketinggian dari kedua sisi warna yang berbeda tersebut. Faktor yang kedua dari nilai Z pada daerah etsa, hasil etsa membentuk seperti tangga dengan semakin menjauhi daerah batas *masking*-etsa menjadi semakin menurun. Hasil pemindaian untuk morfologi daerah seperti pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Morfologi 3D hasil etsa HF 30% selama 30 menit menggunakan TMS.

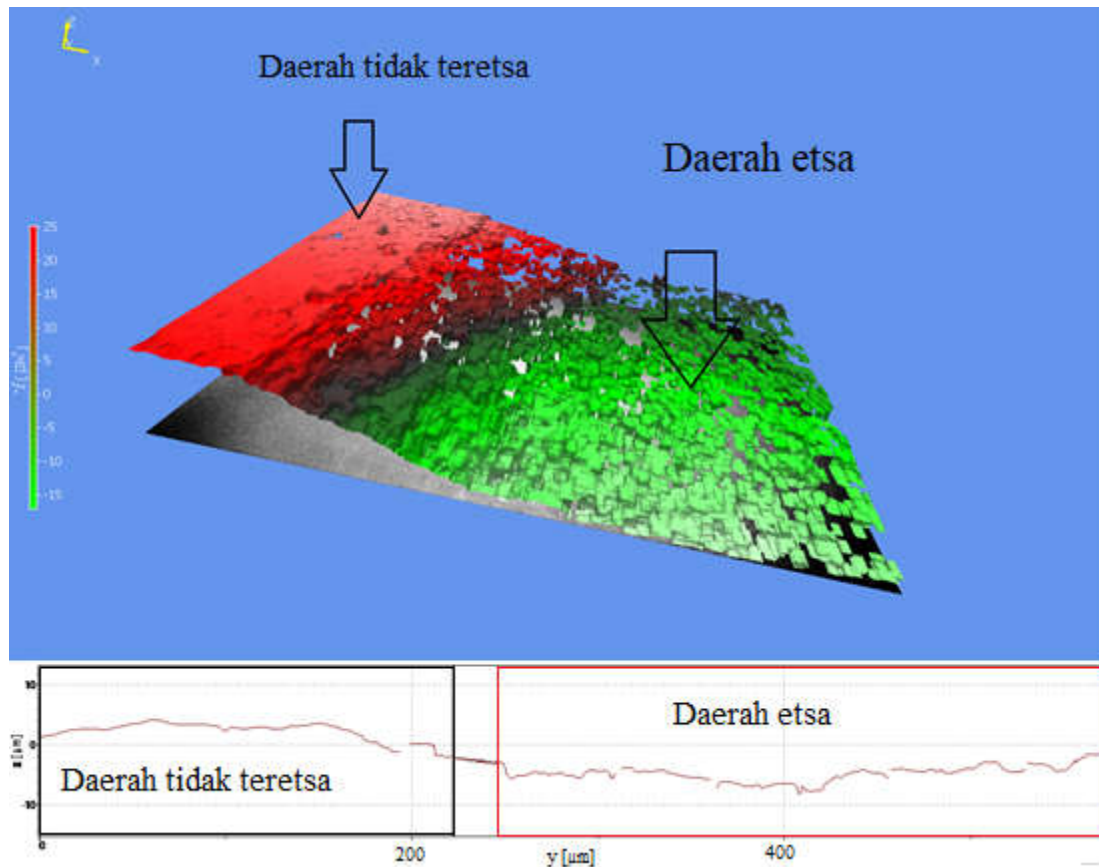
Dari gambar 5.6 menunjukkan hasil bagian yang teretsa dan bagian yang tidak teretsa, pada bagian berwarna merah adalah daerah etsa dan bagian berwarna biru adalah daerah *masking*. Dengan menggunakan waktu etsa selama 30 menit didapatkan hasil

yang kurang baik, dilihat dari perbedaan ketinggian yang terlihat tidak begitu signifikan. Pengambilan nilai ketinggian masing-masing daerah dengan cara pemindaian *range* dari masing-masing perwakilan daerah yang homogen seperti yang terlihat pada gambar 5.7. Setelah itu nilai yang homogen dari dua daerah tersebut diambil 4 titik nilai dan di rata-ratakan. Kemudian didapatkan selisih nilai z antara daerah *masking* dan daerah etsa sebesar  $3,40 \mu\text{m}$ , dan besar laju etsa  $6,80 \mu\text{m} / \text{jam}$  yang dihitung dengan persamaan 2.9.



Gambar 5.7 Pemindaian morfologi 2D hasil etsa HF 30% selama 30 menit menggunakan TMS.

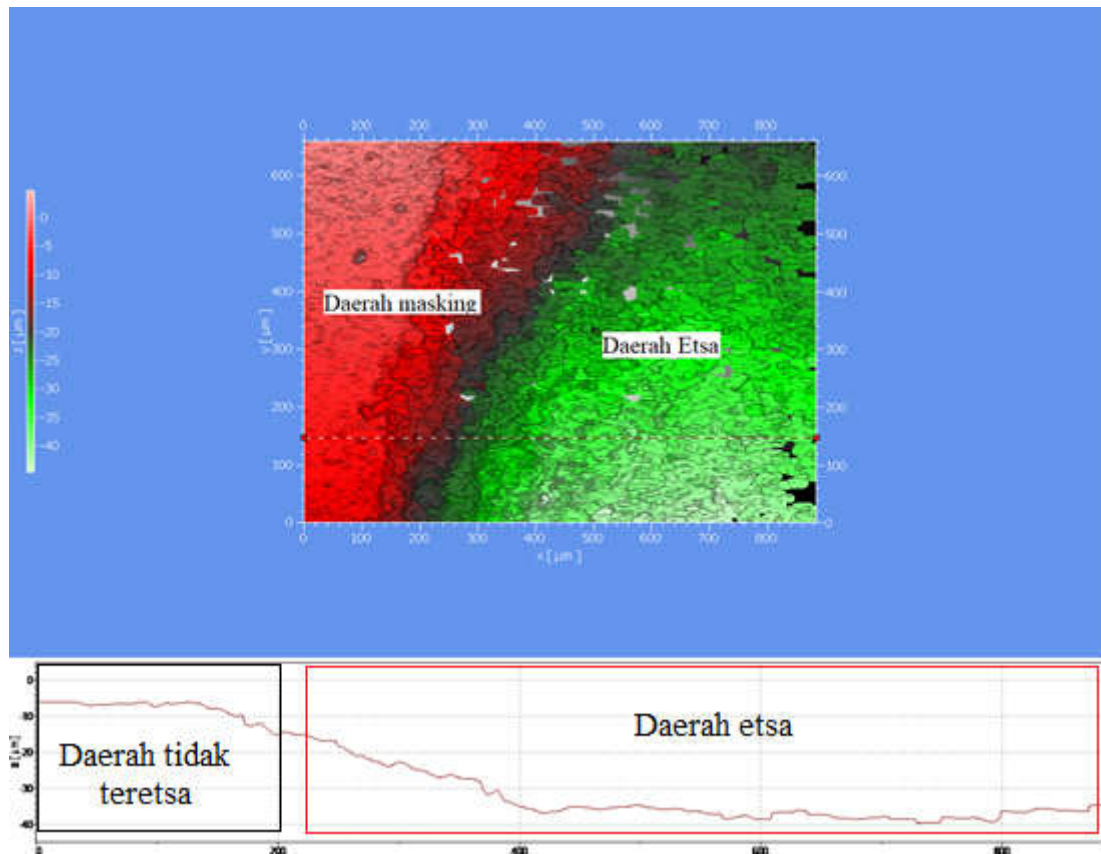
Kemudian dilanjutkan dengan sampel kedua dengan etsa HF 30% selama 60 menit didapatkan hasil yang cukup baik dibandingkan dengan etsa selama 30 menit dengan perbedaan yang cukup signifikan seperti yang terlihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Pemindaian morfologi 3D hasil etsa HF 30% selama 60 menit menggunakan TMS.

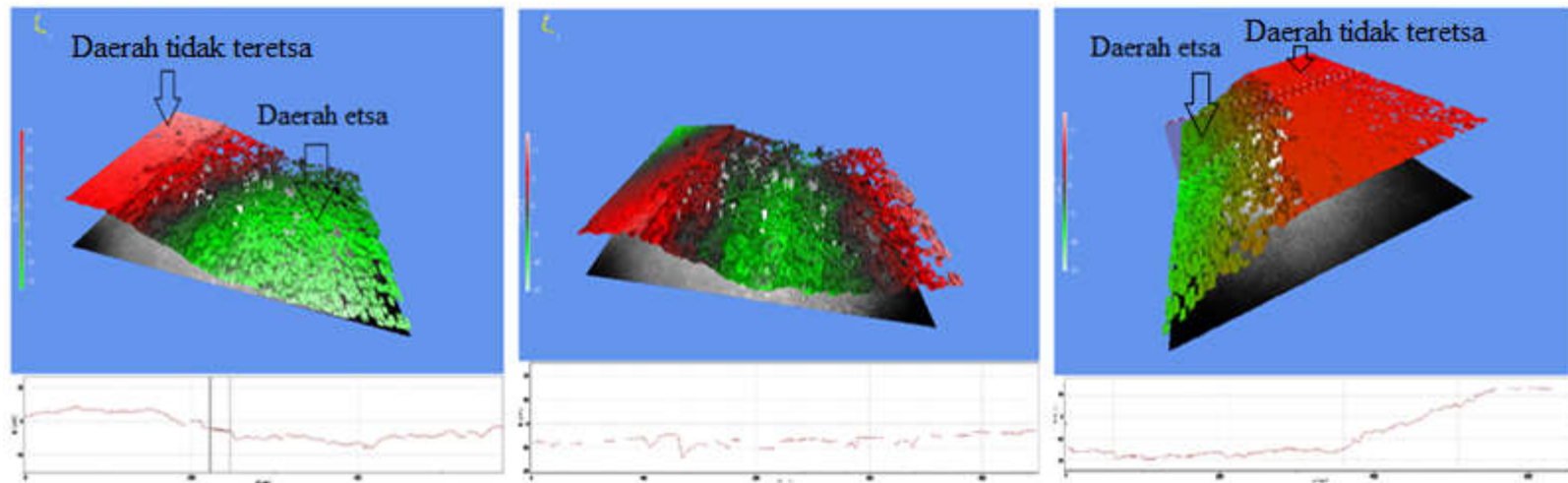
Untuk etsa HF 30% dengan waktu 60 menit didapatkan selisih nilai z antara daerah *masking* dan daerah etsa sebesar  $4,43\mu\text{m}$ , dan laju etsa  $4,43\mu\text{m}/\text{jam}$  yang dihitung dengan persamaan 2.9. Pada sampel kedua sudah mulai nampak profil yang terbentuk, ini ditandai dengan bentuk cekungan dari batas antara daerah *masking* dan daerah etsa seperti yang nampak pada gambar 5.8 dan gambar 5.9 dibawah ini :





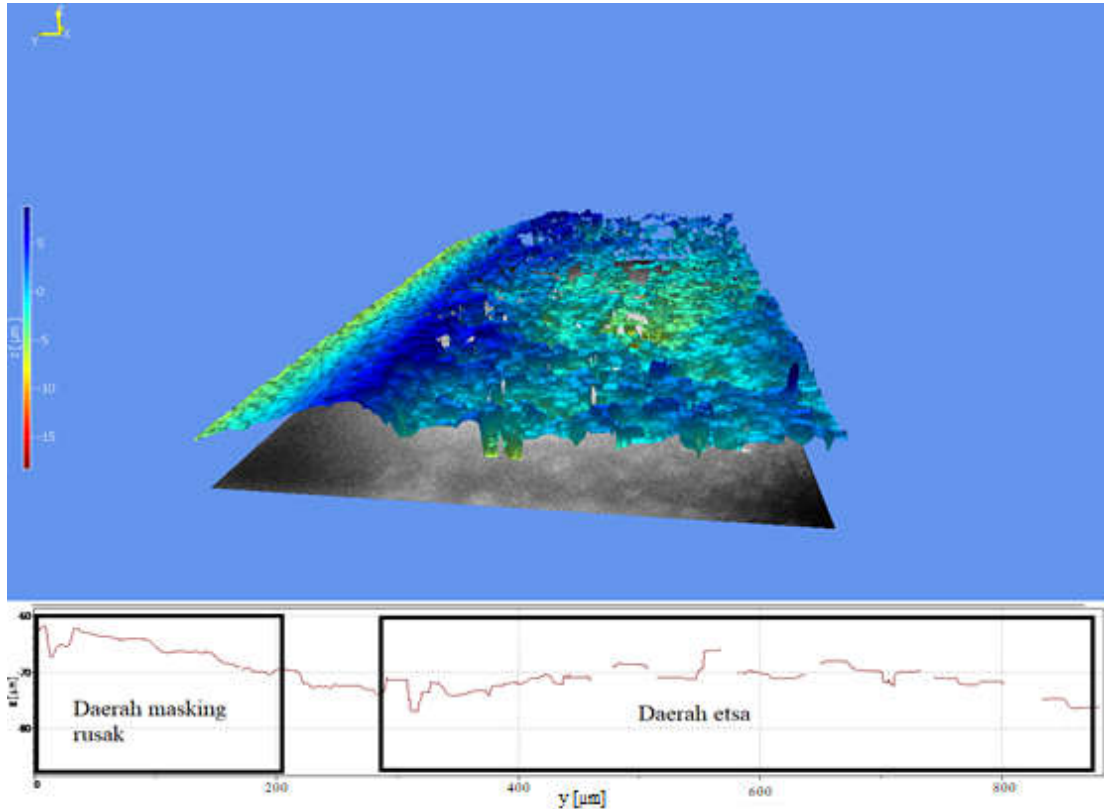
Gambar 5.9 Pemindaian morfologi 2D hasil etsa HF 30% selama 60 menit menggunakan TMS.

Dari gambar 5.8 dan 5.9 sudah mulai nampak jelas terdapat bentuk cekung yang merupakan profil yang telah dibuat, hal ini menandakan waktu etsa berpengaruh terhadap laju etsa yang didapatkan, kemudian untuk ketahanan *masking* pada waktu etsa selama 60 menit terlihat jelas bahwa *masking* masih bertahan dengan cukup baik yang ditandai dengan morfologi daerah *masking* yang terlihat masih utuh dan tidak mengalami kerusakan. Untuk morfologi pembentukan profil dilakukan pemindaian dari tiga sisi yakni sisi kanan, tengah dan kiri seperti yang di perlihatkan pada gambar 5.10 dibawah ini :



Gambar 5.10 Pemindaian morfologi 3D profil sederhana hasil etsa HF 30% selama 60 menit menggunakan TMS.

Kemudian dilanjutkan dengan sampel ketiga dengan etsa HF 30% selama 90 menit untuk mendapatkan hasil profil yang lebih baik dan menguji ketahanan *masking*. Hasil etsa yang didapatkan terlihat kurang baik dibandingkan dengan etsa selama 60 menit dengan perbedaan yang cukup signifikan seperti yang terlihat pada gambar 5.11.

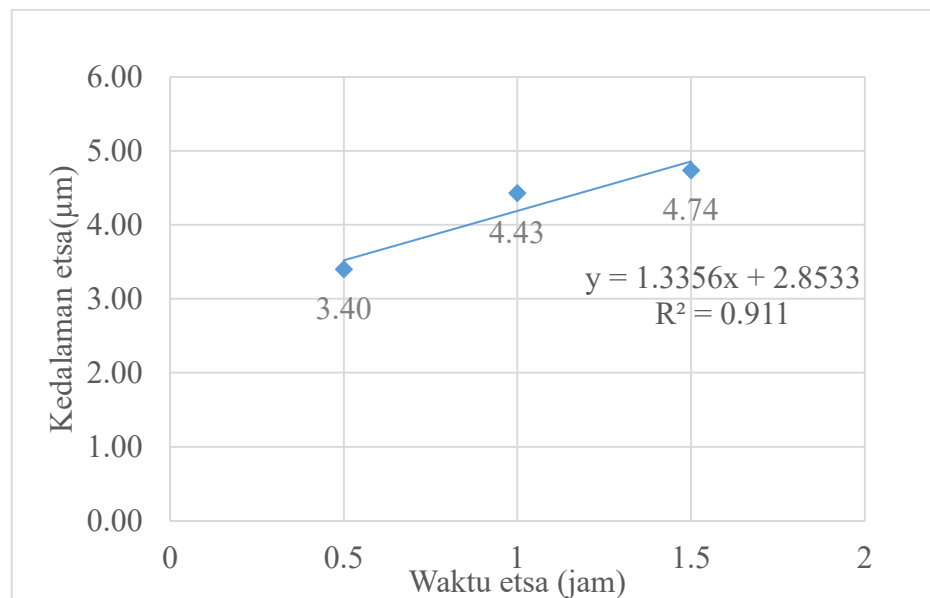


Gambar 5.11 Pemindaian morfologi 3D hasil etsa HF 30% selama 90 menit menggunakan TMS.

Untuk etsa HF 30% dengan waktu 90 menit didapatkan selisih nilai z antara daerah *masking* dan daerah etsa sebesar  $4,74\mu\text{m}$ , dan laju etsa  $3,16\mu\text{m}/\text{jam}$  yang dihitung dengan persamaan 2.9. Untuk hasil dari sampel ketiga terlihat batas etsa dan batas *masking* yang cukup signifikan akan tetapi *masking* terlihat semakin melemah ditandai dengan menipisnya daerah *masking*, Hal ini bukan disebabkan oleh *masking* yang

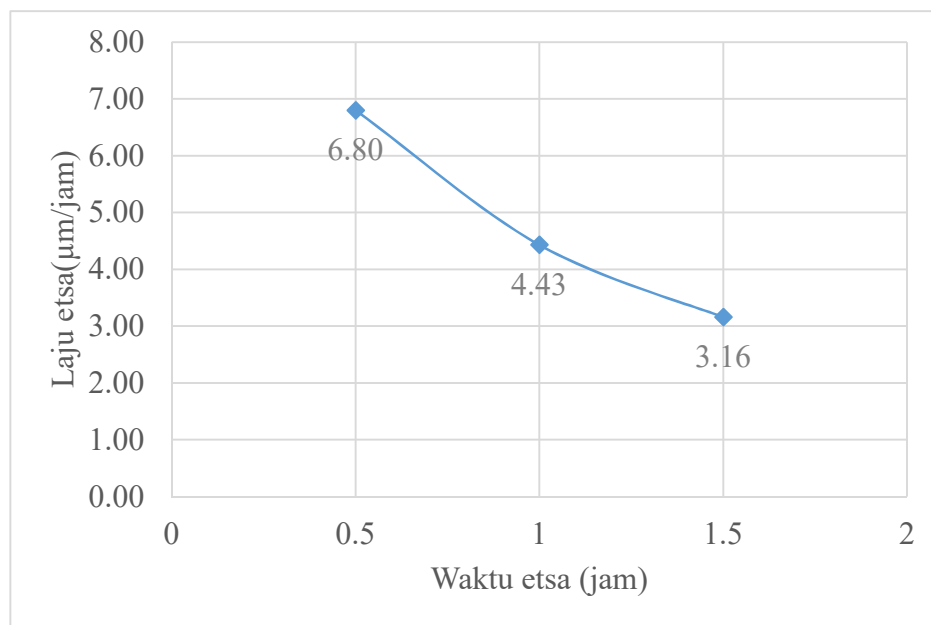
reaktif terhadap larutan etsa akan tetapi pada proses etsa selama 90 menit telah terjadi *underetching* yang mana membuat *masking* tidak adesif dengan susbtrat akibat adanya larutan etsa yang masuk dibawah *masking* yang dapat mempengaruhi profil etsa yang terbentuk. Untuk meminimalisir terjadinya *underetching* perlu diperhatikan beberapa fungsi kontrol diantaranya yaitu lama waktu etsa yang digunakan dan penambahan larutan penyangga seperti amonium fluorida ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) pada *masking*. Penambahan zat penyangga tersebut dapat mempertahankan keberadaan *masking* sehingga mendapatkan larutan *masking* yang lebih solid.

Dari ketiga hasil yang didapatkan dapat ditarik kesimpulan bahwa waktu etsa sangat berpengaruh terhadap kedalaman etsa dan laju etsa begitu juga dengan ketahanan *masking* dari tiap waktu yang telah di uji coba. hal ini ditunjukkan pada gambar grafik 5.12 dibawah ini:



Gambar 5.12 Grafik hubungan nilai kedalaman etsa dengan waktu etsa HF 30 %.

Berdasarkan Gambar 5.6 , Gambar 5.8 dan Gambar 5.11 dapat diasumsikan bahwa perubahan nilai kedalaman etsa dan laju etsa dipengaruhi oleh waktu etsa, hal tersebut terjadi karena semakin lama waktu etsa maka semakin lemah sifat adesif *masking* dari suatu substrat. Hal ini disebabkan oleh masuknya larutan etsa pada sisi bawah *masking* yang teretsa pada daerah sekitar pola perbatasan antara *masking* dan QCM sehingga membuat *masking* tidak bertahan lama.



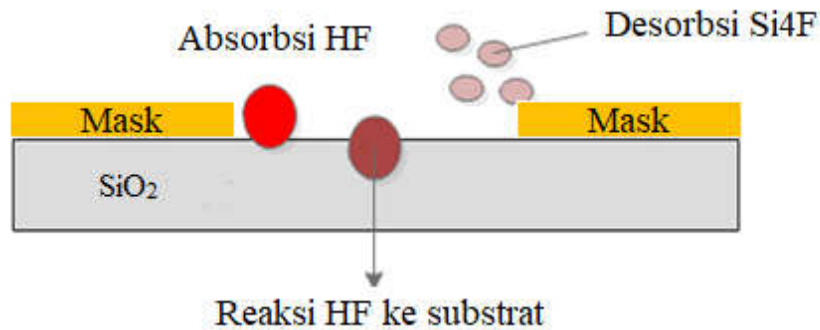
Gambar 5.13 Grafik hubungan laju etsa dengan waktu etsa HF 30 %.

Laju etsa  $\text{SiO}_2$  mengalami penurunan etsa seiring bertambahnya waktu etsa, hal ini dikarenakan larutan etsa HF yang mengalami desorpsi sehingga menyebabkan adanya zat reaktif  $\text{SiF}_4$  yang terionisasi dan membuat larutan tidak begitu reaktif.

Proses etsa SiO<sub>2</sub> dilakukan dengan waktu 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Pada proses etsa menggunakan suhu 100°C. Sampel pertama untuk waktu 30 menit etsa didapatkan kedalaman etsa sebesar 3,40 μm, dan besar laju etsa 6,80 μm, untuk 60 menit didapatkan nilai daerah etsa sebesar 4,43μm, dan besar laju etsa 4,43 μm /jam dan jika dilakukan proses yang lebih lama dengan waktu 90 menit didapatkan nilai daerah etsa sebesar 4,74 μm, dan besar laju etsa 3,16 μm /jam. Dari data yang di hasilkan dapat di tarik kesimpulan bahwa semakin lama proses etsa maka semakin meningkat juga kedalaman etsa seperti pada gambar 5.12 dan laju etsa semakin menurun seperti pada gambar 5.13. Pada proses etsa basah secara umum dikenal ada tiga proses ; adsorbsi, reaksi, dan desorpsi. Terjadinya peningkatan kedalaman etsa disebabkan oleh proses adsorbsi dari larutan etsa terhadap substrat yakni pada penelitian ini adalah HF dan SiO<sub>2</sub> yang mana membentuk reaksi seperti berikut :



Silika relatif tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofluorida dan asam phospat (Svehla, 1985). Dari persamaan (5.2) ketika HF bereaksi pada SiO<sub>2</sub> maka HF akan berdifusi yang menghasilkan SiF<sub>4</sub> yang sangat reaktif yakni memiliki atom flour 4 yang dapat mengikis substrat silika. Kemudian terjadinya penurunan laju etsa disebabkan oleh adanya proses desorpsi dari atom SiF<sub>4</sub> bersifat seperti gas yang akan hilang karena penguapan dari senyawa oksidator 2H<sub>2</sub>O dan senyawa tersebut tidak menjadi produk baru yang dapat bereaksi ke substrat. Contohnya di ilustrasikan seperti pada gambar 5.14 dibawah.

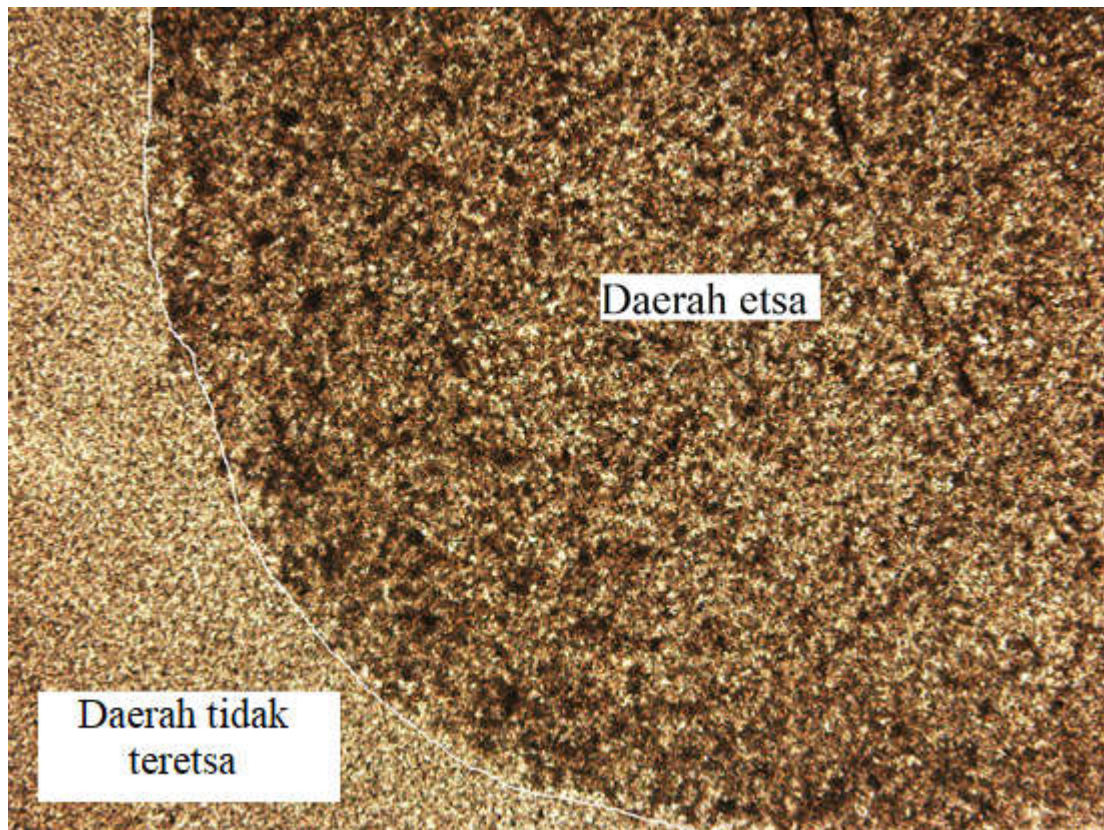


Gambar 5.14 Ilustrasi proses etsa basah  $\text{SiO}_2$  dan HF.

### 5.3. Pengaruh Waktu Etsa Larutan KOH Terhadap Masking dan Pola

Pada proses pembentukan pola pada  $\text{SiO}_2$  menggunakan metode etsa basah, variasi waktu larutan etsa dapat berpengaruh terhadap laju etsa, ketahanan *masking* dan ketebalan lapisan  $\text{SiO}_2$  yang akan dibuat dan berdasarkan hasil penggunaan larutan etsa juga mempengaruhi tingkat kekasaran dari hasil etsa. Kemudian proses etsa selanjutnya dibuat menggunakan larutan KOH dengan variasi waktu yang sama yaitu 30, 60 dan 90 menit dan *masking* yang sama yaitu  $\text{SnCl}_2\text{H}_2\text{O}$ . Morfologi permukaan  $\text{SiO}_2$  yang teretsa dengan KOH 40% dilihat dengan menggunakan dua alat yang pertama menggunakan mikroskop optik untuk melihat perubahan dan perbedaan antara daerah etsa dan daerah *masking*. Alat yang kedua yaitu TMS (*Topography Measurement System*) untuk mengetahui nilai kedalaman etsa dan morfologi 3 dimensi.

Morfologi etsa dapat dilihat pada Gambar 5.15 menjelaskan bahwa KOH mampu mengikis  $\text{SiO}_2$  dengan konsentrasi larutan 40% selama 30 menit sampai dengan 90 menit, dengan hasil terlihat bentuk pola dan degradasi warna antara daerah etsa dan daerah *masking* dengan hasil terbaik diperoleh pada varian waktu etsa selama 60 menit.

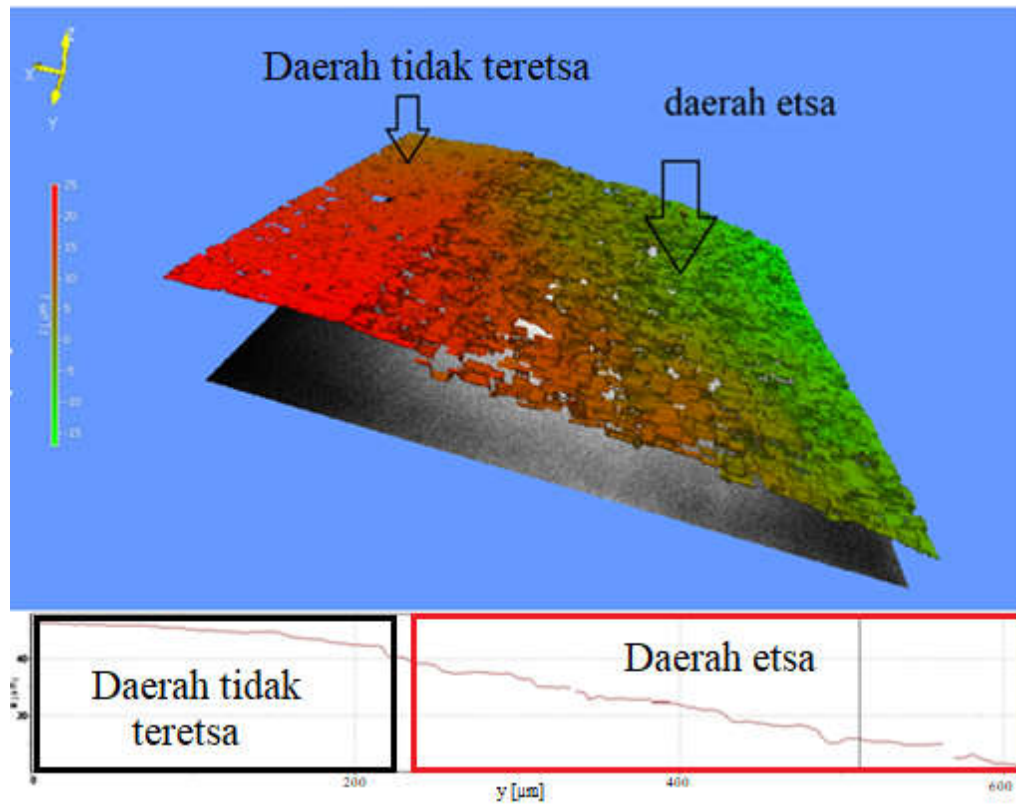


Gambar 5.15 Morfologi hasil etsa KOH 40% selama 1 jam menggunakan mikroskop optik.

Hasil etsa KOH terlihat sedikit berbeda dengan asil etsa HF yang ditunjukkan pada gambar 5.4, perbedaan terlihat dari visual hasil etsa, pada gambar 5.15 bagian etsa terlihat tidak begitu kontras dibandingkan dengan daerah etsa pada gambar 5.4. Hal ini karena perbedaan larutan yang digunakan, bisa ditarik simpulan bahwa larutan basa KOH memiliki daya etsa yang kurang dibandingkan dengan larutan asam HF. Perbedaan ini diperkuat dengan morfologi hasil etsa menggunakan TMS dan data nilai etsa yang diperoleh.



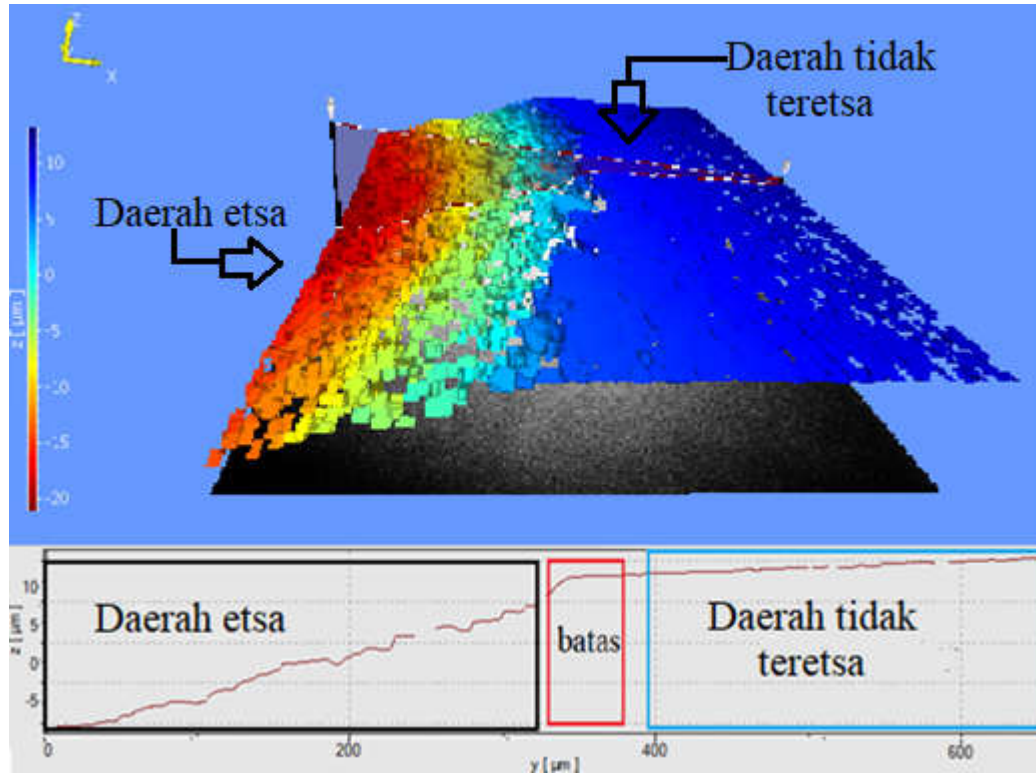
Hasil etsa KOH dilanjutkan dengan pemindaian menggunakan TMS untuk melihat morfologi secara 3 dimensi dan menentukan nilai etsa yang diperoleh. Gambar 5.16 adalah hasil etsa KOH 40% dengan waktu etsa 30 menit.



Gambar 5.16 Pemindaian morfologi 3D hasil etsa KOH 40% selama 30 menit menggunakan TMS.

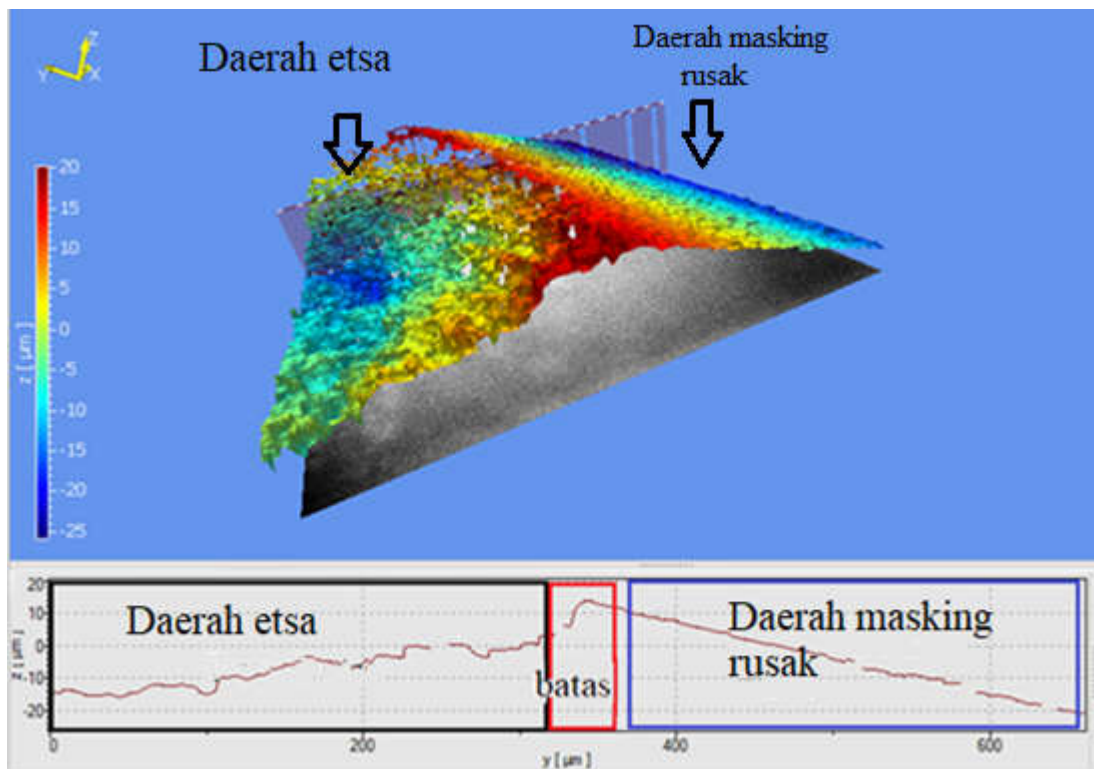
Dari gambar diatas menunjukkan hasil etsa dengan KOH 40% selama 30 menit terlihat bagian yang teretsa dan bagian yang tidak teretsa, pada bagian berwarna hijau adalah daerah etsa dan bagian berwarna merah adalah daerah *masking*, dengan waktu etsa selama 30 menit didapatkan hasil yang cukup baik dengan laju etsa  $6,96 \mu\text{m}/\text{jam}$  dan kedalaman etsa  $3,48 \mu\text{m}$ . Perbedaan ketinggian terlihat tidak begitu signifikan, akan tetapi kekasaran pada daerah etsa sangat rendah.

Morfologi hasil etsa KOH 40% dengan waktu etsa 1 jam dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5.17 Pemindaian morfologi 3D hasil etsa KOH 40% selama 60 menit menggunakan TMS.

Dari gambar diatas menunjukkan hasil etsa dengan KOH 40% selama 60 menit terlihat jelas bagian yang ter-etsa dan bagian yang tidak ter-etsa, pada bagian berwarna biru adalah daerah *masking* dan bagian berwarna merah adalah daerah etsa, dari kedua perbedaan warna tersebut menjelaskan bahwa ketinggian masing-masing daerah nampak berbeda, dengan laju etsa  $4,56 \mu\text{m}/\text{jam}$  dan kedalaman etsa  $4,56 \mu\text{m}$ . Pada daerah *masking* terlihat morfologi yang datar dan rapi, ini menunjukkan tidak adanya *masking* yang rusak atau bereaksi terhadap larutan etsa (KOH).



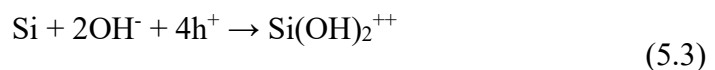
Gambar 5.18 Pemindaian morfologi 3D hasil etsa KOH 40% selama 90 menit menggunakan TMS.

Dari gambar diatas menunjukkan hasil etsa dengan KOH 40% selama 90 menit tidak nampak jelas bagian yang ter-etsa dan bagian yang tidak ter-etsa, pada daerah *masking* juga terlihat kerusakan ini disebabkan karena ketahanan *masking* yang melemah seiring berjalannya waktu etsa, dengan laju etsa yang diperoleh  $4,33 \mu\text{m}/\text{jam}$  dan kedalaman etsa  $6,50 \mu\text{m}$ . Hasil nilai kekasaran pada kedua sisi juga meningkat signifikan. 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.

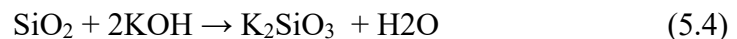
Pada daerah etsa seperti yang ditunjukkan pada keseluruhan grafik, terlihat bahwa bentuk etsa yang terbentuk adalah bentuk isotropik. Bentuk etsa isotropik

adalah bentuk etsa kesegala arah baik vertikal maupun horizontal. (Goyal, 2006). 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.

Pengaruh waktu etsa  $\text{SiO}_2$  menggunakan larutan KOH juga mengalami penurunan laju etsa sama halnya dengan penggunaan larutan HF, akan tetapi kedalaman etsa yang diperoleh sangat berbeda, hal ini disebabkan karena sifat dari kedua larutan yang berbeda yakni asam dan basa, larutan asam HF cenderung lebih reaktif dibandingkan dengan larutan basa KOH dan perbedaan transportasi reaktan KOH ke  $\text{SiO}_2$ . Struktur kristal  $\text{SiO}_2$ , dapat dijelaskan bahwa atom  $\text{Si}^{2+}$  menggabungkan dengan  $\text{OH}^-$  (dibentuk oleh disosiasi  $\text{H}_2\text{O}$ ) untuk membentuk  $\text{Si}(\text{OH})_2$  yang kemudian membebaskan atom  $\text{H}_2$  untuk membentuk  $\text{SiO}_2$  yang akan di etsa menggunakan larutan KOH. Secara umum KOH akan menyerang lebih banyak lapisan Si, hal tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan (5.3) :

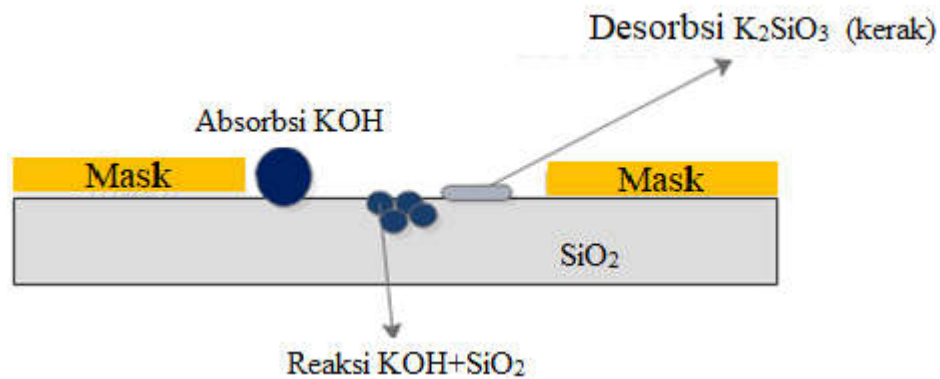


Jika direaksikan dengan  $\text{SiO}_2$  maka akan membentuk fase liquid dan fase gas :



Reaksi yang dihasilkan dari  $\text{SiO}_2$  dan KOH yaitu  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Produk  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  merupakan fase liquid dan produk  $\text{H}_2\text{O}$  dapat menjadi fase gas ketika dilakukan pemanasan pada suhu  $t^\circ\text{C}$ , sedangkan produk  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  pada fase liquid ketika dilakukan pemanasan pada suhu  $t^\circ\text{C}$  maka dapat bereaksi dengan permukaan yang

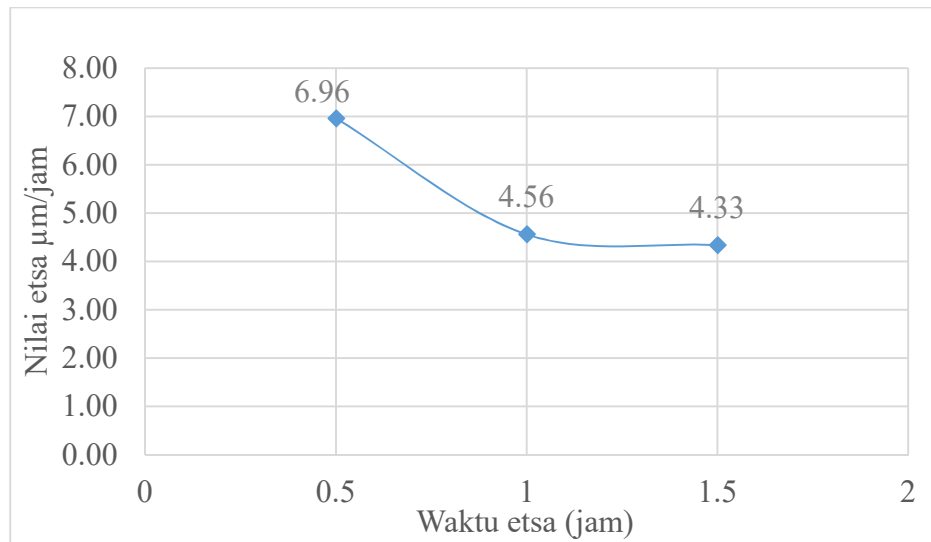
membentuk suatu reaksi atau lapisan baru diatas permukaan. Untuk meminimalisir banyaknya penumbuhan lapisan kerak tersebut maka proses etsa dilakukan dengan pengaturan panas yang stabil salah satunya adalah dengan penambahan aquades pada wadah perendaman larutan etsa. Sedangkan penyebab dari penurunan laju etsa pada KOH yaitu perubahan reaksi dari  $K_2SiO_3$  menjadi liquid yang akan menghasilkan produk seperti kerak seiring bertambahnya waktu etsa.



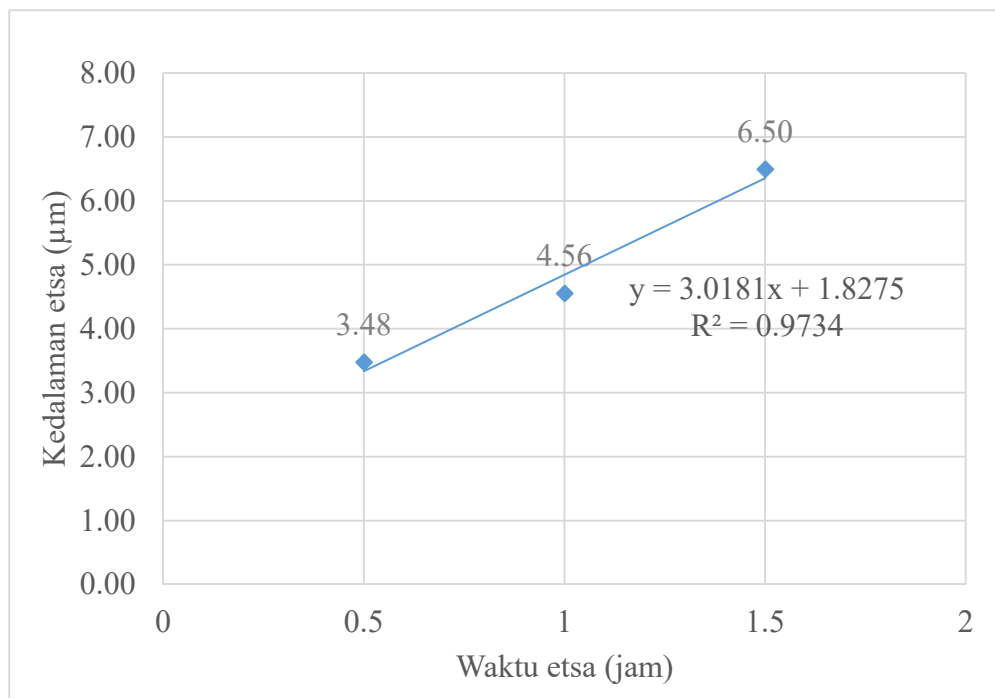
Gambar 5.19 Ilustrasi proses etsa basah SiO<sub>2</sub> dan KOH.

Hasil etsa yang diperoleh dari KOH dengan variasi waktu 30 menit adalah laju etsa  $6,96\mu\text{m}/\text{jam}$  dan kedalaman etsa  $3,48\mu\text{m}$ , untuk variasi waktu 60 menit laju etsa  $4,56\mu\text{m}/\text{jam}$  dan kedalaman etsa  $4,56\mu\text{m}$  dan variasi waktu 90 menit laju etsa  $4,33\mu\text{m}/\text{jam}$  dan kedalaman etsa  $6,50\mu\text{m}$ . Dari ketiga hasil yang didapatkan dapat ditarik kesimpulan bahwa waktu etsa KOH juga sangat berpengaruh terhadap nilai etsa dan laju etsa begitu juga dengan ketahanan *masking* dari tiap waktu yang telah di uji coba. hal ini ditunjukkan pada gambar grafik 5.20 dan gambar grafik 5.21. Pada nilai laju etsa KOH diperoleh sedikit perbedaan antara etsa HF yaitu pada waktu etsa 90 menit, pada etsa dengan waktu 90 menit laju etsa KOH masih meningkat drastis

dikarenakan zat reaktif dari KOH yakni  $K_2SiO_3$  tidak mengalami proses penguapan sepenuhnya, berbeda dengan produk reaktif HF yang mengalami desorpsi dan hilang menjadi gas, sehingga besar kemungkinan  $K_2SiO_3$  masih mengikis  $SiO_2$ .



Gambar 5.20 Grafik hubungan laju etsa dan waktu etsa KOH 40%.

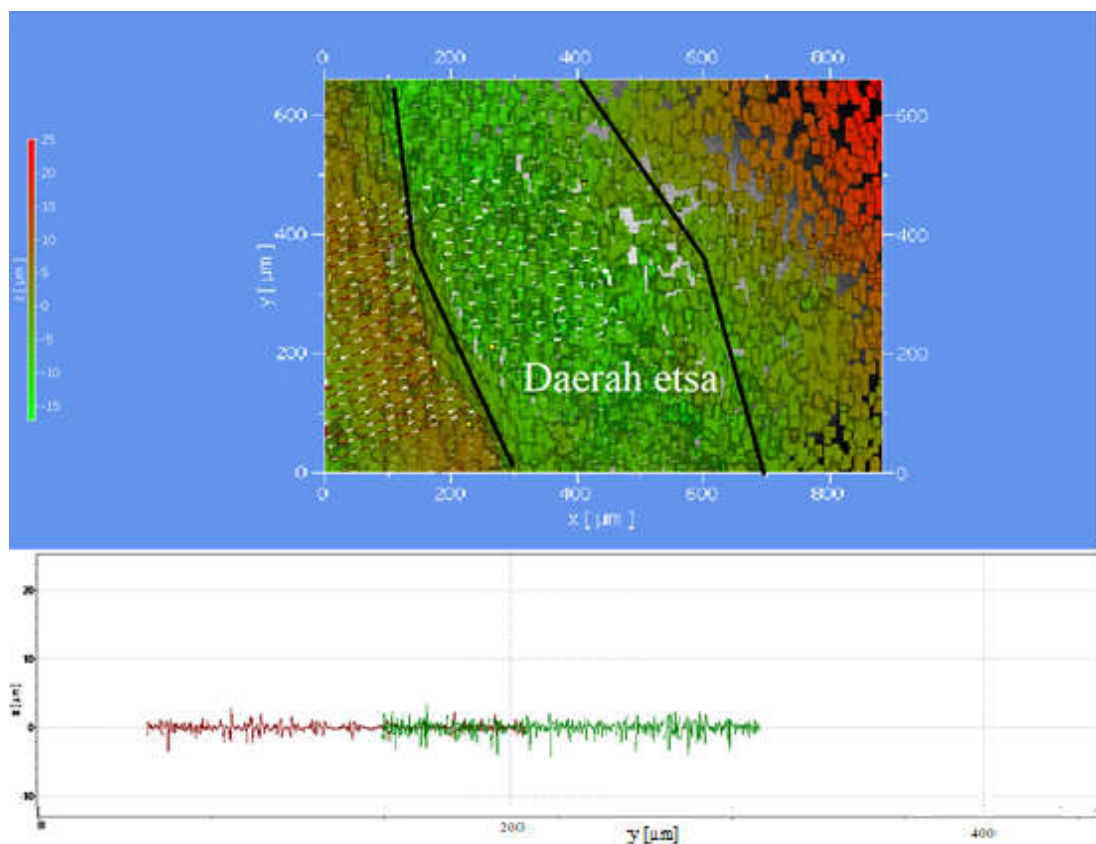


Gambar 5.21 Grafik hubungan kedalaman etsa dan waktu etsa KOH 40%.

#### 5.4. Pengaruh Waktu etsa larutan KOH dan HF Terhadap Kekasaran Morfologi

##### Etsa SiO<sub>2</sub>

Selain berpengaruh pada laju etsa dan nilai kedalaman etsa, variasi waktu juga berpengaruh terhadap tingkat kekasaran pada morfologi hasil etsa. Semakin lama waktu etsa maka semakin besar juga tingkat kekasaran yang dihasilkan, hal ini berkesinambungan dengan tingkat nilai kedalaman etsa yang diperoleh dari masing-masing varian waktu etsa. Tingkat kekasaran morfologi diukur dengan menggunakan TMS yang diperoleh dari pemindaian range pada daerah etsa seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.22.



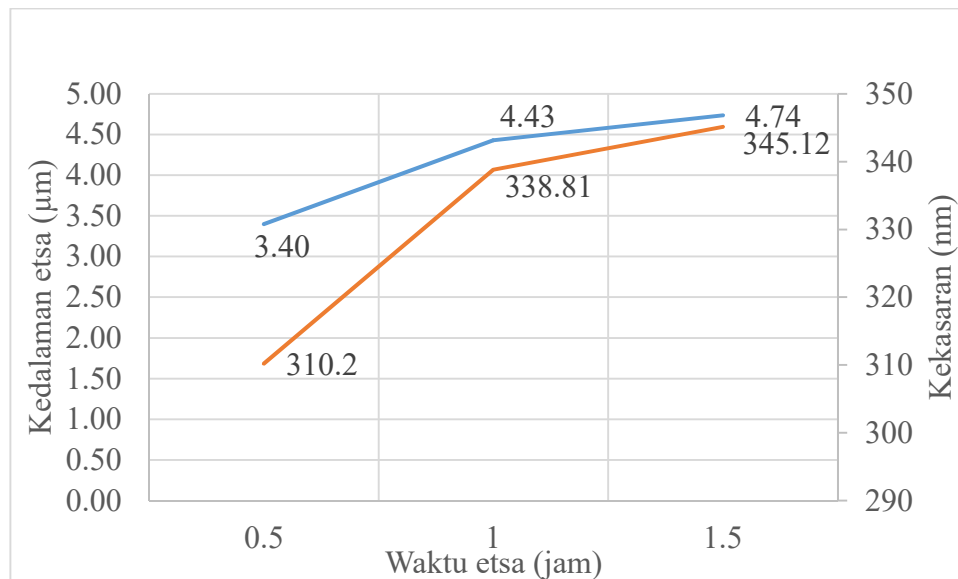
Gambar 5.22. Gambar pemindaian nilai kekasaran etsa.

Perolehan data dari masing-masing nilai kekasaran (Ra) sampel tiap variasi waktu disajikan pada tabel 5.1 dibawah ini :

Tabel 5.1 Besar nilai kekasaran etsa HF dan KOH.

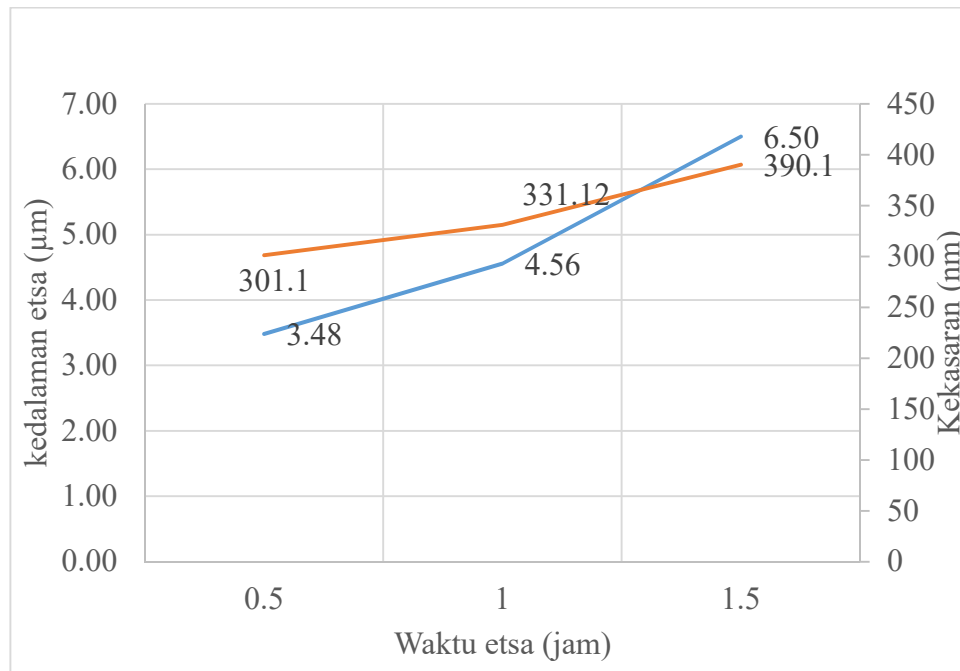
Waktu etsa (menit)	Nilai Ra (nm)/HF	Nilai Ra (nm)/KOH
30	310.2	301.1
60	338.81	331.12
90	345.12	390.1

Hasil data nilai kedalaman etsa dan kekasaran dapat dibandingkan untuk mengetahui hubungan waktu etsa dan pengaruhnya terhadap kekasaran dari tiap-tiap larutan etsa. Data perbandingan disajikan dalam gambar grafik 5.22 dan 5.23 :



Gambar 5.23. Grafik hubungan kedalaman etsa HF dan kekasaran.





Gambar 5.24. Grafik hubungan kedalaman etsa KOH dan kekasaran.

Dari kedua grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran dari masing-masing larutan etsa bertambah sejalan dengan bertambahnya waktu, selain itu perbedaan nilai kekasaran disebabkan oleh perbedaan jenis larutan etsa, yakni larutan HF memiliki nilai kekasaran yang lebih tinggi dibandingkan KOH hal tersebut juga sejalan dengan nilai kedalaman etsa yang diperoleh HF memiliki nilai kedalaman etsa yang lebih besar dibandingkan KOH. Hal ini dikarenakan dari tingkat korosif masing-masing larutan etsa yakni HF lebih bersifat kororsif dibandingkan KOH.