

SKRIPSI



**ANALISIS STRUKTUR LAPISAN SEMIKONDUKTOR TiO₂
MENGUNAKAN VARIASI PELARUT ORGANIK DENGAN
METODE PLASMA**

Oleh :

**BAYU FARHAN SOPAMENA
D211 15 504**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**

SKRIPSI

**ANALISIS STRUKTUR LAPISAN SEMIKONDUKTOR TiO₂
MENGUNAKAN VARIASI PELARUT ORGANIK DENGAN METODE
PLASMA**

OLEH:

**BAYU FARHAN SOPAMENA
D211 15 504**

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :

**ANALISIS STRUKTUR LAPISAN SEMIKONDUKTOR TiO₂
MENGUNAKAN VARIASI PELARUT ORGANIK DENGAN METODE
PLASMA**

BAYU FARHAN SOPAMENA
D211 15 504

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST., MT.

NIP. 197911122008122022

Dosen Pembimbing II



Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D

NIP. 19840126 201212 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT.

NIP. 19570914 198703 1 001

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI

Nama lengkap	: BAYU FARHAN SOPAMENA	
Nama Panggilan	: Bayu	
Tempat / Tanggal Lahir	: Ujung Pandang, 22 Juni 1997	
Jenis Kelamin	: Laki-Laki	
Agama	: Islam	
Golongan Darah	: O	
Alamat	: Jl. Boulevard, Perumahan Lily B3, Panakkukang, Makassar	
Telepon / No. HP	: 0813 5522 4502	
E-mail	: bayu.farhan7@gmail.com	

RIWAYAT PENDIDIKAN

- SDI Hartaco Indah (2003-2009)
- SMPN 3 Makassar (2009-2012)
- SMAN 2 Makassar (2012-2015)
- Universitas Hasanuddin (2015-2019)

RIWAYAT ORGANISASI

- OKFT-UH
- HMM FT-UH
- CSR
- MAJOR 09

ABSTRAK

Bayu Farhan Sopamena (D211 15 504). *Analisis Struktur Lapisan Semikonduktor TiO₂ Menggunakan Variasi Pelarut Organik Dengan Metode Plasma*. (Dibimbing oleh Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST. MT. dan Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D.)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) Pengaruh variasi *organic solvent* terhadap kekasaran, ketebalan, dan struktur mikro lapisan TiO₂ dengan metode plasma, (2) Pengaruh variasi jarak antara penyalaan plasma dan kaca terhadap kekasaran, ketebalan, dan struktur mikro lapisan TiO₂ dengan metode plasma, (3) Perbandingan pelapisan pewarna dengan metode plasma.

Dye Synthesized Solar Cell (DSSC) baru-baru ini dikenal secara luas sebagai perangkat *photovoltaic* yang menjanjikan karena biaya pembuatan yang rendah, sifat optic, dan efisiensi tinggi konversi daya. TiO₂ banyak digunakan sebagai semikonduktor dalam DSSC dikarenakan memiliki konduktifitas termal yang tinggi, stabilitas kimia, biaya rendah, sifat pembawa muatan yang menguntungkan dan transparansi tinggi dalam spectrum surya. Pembuatan nanopartikel TiO₂ pada kaca konduktif berperan penting dalam efisiensi sel surya dikarenakan pengaruh dari ketebalan lapisan TiO₂.

Metode pembuatan DSSC yang digunakan yaitu *in-liquid plasma coating*, dimana TiO₂ dilarutkan dengan aquades dan pelarut organik berupa methanol, isopropyl alcohol, dan karbon tetraklorida. Lalu diaduk dengan kecepatan konstan selama 120 menit. Untuk metode pelapisan menggunakan *in-liquid plasma* dimana kaca substrat steril yang digantung akan dicelupkan di dalam reactor yang berisi larutan TiO₂ dan dilakukan proses plasma yang akan menimbulkan efek ikatan kimia antara kaca substrat dan TiO₂ dan akan menghasilkan lapisan TiO₂ di permukaan kaca. Sedangkan untuk pewarnaan, dilakukan dengan metode plasma, di mana kaca yang telah terlapis TiO₂ akan dimasukkan ke dalam reactor yang berisi larutan pewarna dari buah beet dan dilakukan proses plasma.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dari segi kualitas lapisan dengan variasi pelarut organik, larutan methanol dengan jarak penyalaan 24 mm menghasilkan lapisan yang lebih tipis dan halus yakni 13.696 μm dan dengan nilai kekasaran 4.466, secara umum ketebalan lapisan TiO₂ yang digunakan pada DSSC adalah 12-20 μm . Untuk hasil pewarnaan dengan metode plasma, struktur lapisan TiO₂ mengalami kerusakan akibat dari aktifitas *in-liquid plasma* sehingga pewarnaan lebih baik menggunakan metode konvensional.

Kata kunci: DSSC, TiO₂, *Organic Solvent*, *In-liquid Plasma Coating*.

ABSTRACT

Bayu Farhan Sopamena (D211 15 504). *Analysis of the Structure of Semiconductor TiO₂ Layer Using Organic Solvent Variation with Plasma Method.* (Supervised by Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST. MT. and Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D.)

This research aims to determine (1) the effect of the organic solvent variation on the roughness, thickness, and microstructure of the TiO₂ layer with plasma method, (2) the effect of the distance between plasma and substrate glass on the roughness, thickness, and microstructure with plasma method, (3) comparison of the dye coating with plasma method.

Dye Synthesized Solar Cell (DSSC) has been extensively considered as the promising photovoltaic devices recently due to the low fabrication cost, optical properties, and high efficiency of power conversion. The fabrication of TiO₂ nanoparticles on conductive glass play an important role in the solar cell efficiency, since the thickness of the TiO₂ coating effects.

The DSSC manufacturing method used in-liquid plasma coating, where TiO₂ is dissolved with distilled water and organic solvent such as methanol, isopropyl alcohol, and carbon tetrachloride. Then stir at a constant speed for 120 minutes. The coating method uses in-liquid plasma where the sterile glass substrate that is hung will be dipped in a reactor that contains a TiO₂ solution and a plasma process is carried out which will cause the chemical bonding effect between the glass substrate and TiO₂ and will produce a TiO₂ layer on the glass surface. As for dyeing, it is carried out by the plasma method, in which the glass coated with TiO₂ will be put into a reactor containing a dye solution from beets and a plasma process is carried out.

The result of this research indicate that in terms of layer quality with a variety of organic solvents, the methanol solution with a plasma ignition distance of 24 mm produces a thinner and finer layer of 13.696 μm and with a roughness value of 4.466, in general the thickness of the TiO₂ layer used in DSSC is 12-20 μm. for the results of dyeing by the plasma method, the structure of the TiO₂ layer is damaged due to in-liquid plasma activity so that the dyeing therefore the dyeing process is better using conventional method.

Keywords: DSSC, TiO₂, Organic Solvent, In-liquid Plasma Coating.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas banyaknya Berkah, Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Salam dan shalawat kepada Nabi Muhammad SAW sebagai tauladan kami yang menghantarkan kita selalu menuntut ilmu untuk bekal akhirat dan duniawi.

Akhir penyusunan skripsi “**ANALISIS STRUKTUR LAPISAN SEMIKONDUKTOR TiO₂ MENGGUNAKAN VARIASI PELARUT ORGANIK DENGAN METODE PLASMA**” sudah ada dihadapan pembaca. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua (penulis) yang selalu memberikan motivasi, support dan kasih sayangnya serta doa restunya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tak lupa pula penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk, terutama kepada :

1. Kedua orang tua saya. Untuk Mama yang telah menjadi orang tua terhebat sejagad raya, yang selalu memberikan motivasi, nasehat, serta kasih sayang yang tidak terhingga yang tentu takkan bisa penulis balas.
2. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A. selaku Rektor Unuversitas Hasanuddin
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT., selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, ST, MT, selaku sekertaris Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Ibu Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST., MT. selaku pembimbing pertama atas segala bimbingan, arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir.
7. Bapak Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D selaku pembimbing kedua atas segala bimbingan, arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir ini.

8. Bapak Prof. Dr. Ir. Onny Sutresman, MT. selaku penguji atas segala bimbingan, arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir ini.
9. Ibu Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT. selaku penguji atas segala bimbingan, arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir ini.
10. Bapak dan ibu dosen serta Staff Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
11. Teman seperjuangan lab Ade Irma Syafitri, ST., Agung Prasetya C, ST., Setyawati Dewi Mulya, Lukman Husain, ST., Hairul Zakariah, Muh. Al-ashry, kanda Muh. Firdan Nurdin, ST., MT., kanda M. Alif Prastyo, ST. dan kanda Usman selaku teman yang senangtiasa ada pada saat dibutuhkan, memberi masukan untuk tugas akhir dan juga selalu menghibur selama pengerjaan tugas akhir ini.
12. Kepada saudara-saudari seperjuangan, HYDRAULIC'15 yang selalu ada dalam suka maupun duka menemani kehidupan penulis sebagai mahasiswa dari semester satu hingga akhir penulisan skripsi. Semoga masing-masing dari kita dipermudah dalam urusan dunia dan akhirat.
13. Kepada seluruh saudara-saudari yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, terima kasih telah memberi warna kehidupan penulis sebagai mahasiswa.

Akhir kata, *jazakumullah khairan katsiran* atas semuanya dan penulis berharap, tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya dalam ilmu material dan permesinan. Karenanya, masukan dan kritik rekan-rekan sekalian kiranya dapat membantu pengembangan penelitian ini selanjutnya.

Makassar, 1 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Batasan Masalah	2
I.5 Manfaat Penelitian	3
I.5.1 Manfaat Bagi Peneliti	3
I.5.2 Manfaat Bagi Universitas	3
BAB II TEORI DASAR	4
II.1 Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)	4
II.2 Titanium Dioksida.....	5
II.3 Proses Coating.....	10
II.4 Plasma	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
III.1 Tempat Penelitian dan Waktu Penelitian	18
III.2 Alat dan Bahan	21
III.2.1 Bahan	21
III.2.2 Alat	21
III.3 Diagram Alir Penelitian	19
III.4 Alat Penelitian	20
III.5 Prosedur Kerja	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
IV.1 Hasil Proses Pelapisan (Coating) Dengan Methanol	24
IV.2 Hasil Proses Pelapisan (Coating) Dengan Isopropil Alkohol	38
IV.3 Hasil Proses Pelapisan (Coating) Dengan Karbon Tetraklorida	52
IV.4 Hasil Proses Pewarnaan	67
BAB V PENUTUP	70
V.1 Kesimpulan	70
V.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Modifikasi Bentuk Fasa TiO ₂	7
Tabel 2.2 Perbedaan Struktur Kristal Anatase dan Rutil	10
Tabel 4.1 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Methanol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 10mm	26
Tabel 4.2 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Methanol Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 10mm	28
Tabel 4.3 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Methanol Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 10mm	30
Tabel 4.4 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Methanol Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 24mm	27
Tabel 4.5 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Methanol Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 24mm	29
Tabel 4.6 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Methanol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 24mm	28
Tabel 4.7 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 10mm	40
Tabel 4.8 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 10mm	42
Tabel 4.9 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 10mm	44
Tabel 4.10 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 24mm	46
Tabel 4.11 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 24mm	48

Tabel 4.12 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 24mm.....	50
Tabel 4.13 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 10mm.....	54
Tabel 4.14 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 10mm.....	56
Tabel 4.15 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 10mm.....	58
Tabel 4.16 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 24mm.....	60
Tabel 4.17 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 24mm.....	62
Tabel 4.18 Hasil Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 24mm.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Satu Sel DSSC Layaknya <i>Sandwich</i>	4
Gambar 2.3 Struktur Kristal TiO ₂ (anatase).....	9
Gambar 2.4 Struktur Kristal TiO ₂ (rutil).....	9
Gambar 2.5 Cara Kerja Pelapisan <i>Doctor Blade</i>	11
Gambar 2.6 Cara Kerja <i>Spin Coating</i>	12
Gambar 2.7 Ilustrasi Perbandingan Plasma Dengan Jenis Zat Lain	13
Gambar 2.8 Proses Pembangkitan Plasma.....	14
Gambar 2.9 Magnetron dan Skemanya	17
Gambar 2.10 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3.1 Alat Pengujian.....	20
Gambar 3.2 Proses Sterilisasi Kaca Menggunakan <i>Ultrasonic Cleaner</i>	21
Gambar 3.3 Stiker <i>Cutting</i> Hitam	21
Gambar 3.4 <i>Magnetic Stirrer</i> Untuk Mengaduk Campuran TiO ₂	22
Gambar 3.5 Skema Ilustrasi Proses Pelapisan TiO ₂ Dengan Metode Plasma	23
Gambar 4.1 Hasil Pelapisan TiO ₂ Dengan Pelarut Organik Methanol	24
Gambar 4.2 Hasil Foto Permukaan Lapisan TiO ₂ + Methanol	26
Gambar 4.3 Hasil Foto Permukaan Lapisan TiO ₂ + Methanol	28
Gambar 4.4 Hasil Foto Pemukaan Lapisan TiO ₂ + Methanol	29
Gambar 4.5 Hasil Foto Permukaan Lapisan TiO ₂ + Methanol	32
Gambar 4.6 Hasil Foto Permukaan Lapisan TiO ₂ + Methanol	34
Gambar 4.7 Hasil Foto Permukaan Lapisan TiO ₂ + Methanol	36

Gambar 4.8 Grafik Hasil Pelapisan TiO ₂ + Methanol	37
Gambar 4.9 Hasil Pelapisan TiO ₂ Dengan Pelarut Organik Isopropil Alkohol....	38
Gambar 4.10 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol	40
Gambar 4.11 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol	40
Gambar 4.12 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol	42
Gambar 4.13 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol	44
Gambar 4.14 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol	46
Gambar 4.15 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol	48
Gambar 4.16 Grafik Hasil Pelapisan TiO ₂ + Isopropil Alkohol	51
Gambar 4.17 Hasil Pelapisan TiO ₂ Dengan Pelarut Organik Karbon Tetraklorida	52
Gambar 4.18 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida.....	54
Gambar 4.19 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida.....	56
Gambar 4.20 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida.....	58
Gambar 4.21 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida.....	60
Gambar 4.22 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida.....	62
Gambar 4.23 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida.....	64
Gambar 4.24 Grafik Hasil Pelapisan TiO ₂ + Karbon Tetraklorida.....	65
Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Hasil Pelapisan TiO ₂ Untuk Setiap Pelarut Organik dan Perbedaan Ketinggian Penyalaan	66
Gambar 4.26 Hasil Pewarnaan Tanpa Perlakuan.....	67
Gambar 4.27 Hasil Pewarnaan Dengan Perlakuan Plasma.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dye Synthesized Solar Cell (DSSC) baru-baru ini telah dikenal secara luas sebagai perangkat *photovoltaic* yang menjanjikan karena biaya pembuatan yang rendah, sifat optic, dan efisiensi tinggi konversi daya (A.Hayat, et al., 2015). Yang terdiri dari substrat kaca konduktif, elektroda semikonduktor logam oksida yang disintesis, elektroda penghitung katalis, dan larutan elektrolit yang disisipkan di antara kedua elektroda. Substrat kaca konduktif harus memiliki konduktifitas listrik yang baik sebagai penyedia wadah untuk penyerapan radiasi matahari dan juga sebagai pengumpul arus listrik (N.A. Karim, et al., 2019)

Ada beberapa logam oksida dengan celah pita konduksi lebih tinggi dari 3 eV yang memiliki ketahanan terhadap *photo-corrosion* dan sifat elektrik yang unggul seperti TiO₂, ZnO, SnO₂, SrTiO₃, Zn₂SnO₄, WO₃, dan Nb₂O₅ (J. Gong, et al., 2012). TiO₂ banyak digunakan sebagai semikonduktor dalam DSSC dikarenakan memiliki konduktifitas termal yang tinggi, stabilitas kimia, biaya rendah, sifat pembawa muatan yang menguntungkan dan transparansi tinggi dalam spectrum surya (S. Umale, et al., 2018).

Pembuatan nanopartikel TiO₂ pada kaca konduktif berperan penting dalam efisiensi sel surya dikarenakan pengaruh dari ketebalan lapisan TiO₂. Metode plasma telah diterapkan secara luas dalam produksi nanopartikel (N. Amaliyah, et al., 2015). Metode oksidasi elektrolit plasma berhasil mencapai kemampuan fotofoltaik tinggi untuk lapisan TiO₂ dengan metode daya denyut dalam kisaran 200 hingga 400 Volt menggunakan NaPO₃ sebagai elektrolit alkali (G. Lin, et al., 2018). Plasma bertekanan atmosfer dengan peningkatan tekanan uap kimia diaplikasikan pada pelapisan TiO₂ pada plastic transparan.

Struktur *amorphous* tanpa retakan berhasil dibentuk tanpa merusak struktur polimer (H. Nagasawa, et al., 2018).

Dalam penelitian ini, kelayakan lapisan TiO₂ menggunakan metode microwave plasma diteliti dengan berbagai suspensi TiO₂ seperti pelarut organik methanol, isopropyl alcohol dan karbon tetralorida.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi *organic solvent* terhadap kekasaran, ketebalan, dan struktur mikro lapisan TiO₂ dengan metode plasma.
2. Bagaimana pengaruh variasi jarak antara penyalaan plasma dan kaca terhadap kekasaran, ketebalan, dan struktur mikro lapisan TiO₂ dengan metode plasma.
3. Bagaimana melakukan pelapisan pewarna dengan metode plasma

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah:

1. Untuk menganalisis pengaruh variasi *organic solvent* terhadap kekasaran, ketebalan, dan struktur mikro lapisan TiO₂ dengan metode plasma
2. Untuk menganalisis pengaruh variasi jarak antara penyalaan plasma dan kaca terhadap kekasaran, ketebalan, dan struktur mikro lapisan TiO₂ dengan metode plasma
3. Untuk mengetahui bagaimana melakukan pelapisan pewarna dengan metode plasma

I.4 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini penulis membatasi masalah pada hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pembangkit plasma sederhana yang dirakit dari komponen oven *microwave* 800W.
2. Pelarut organik yang digunakan adalah methanol, isopropyl alcohol, dan carbon tetraklorida.

3. Pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi *hydrogen* pada *organic solvent*.
4. Sari akar beet merah (*Beta Vulgaris*) digunakan sebagai bahan pewarna.
5. Pewarnaan menggunakan metode rendaman tanpa perlakuan dan perendaman dengan perlakuan plasma
6. Penyalaan plasma dilakukan selama 2 menit pada pelapisan TiO₂ dan selama 2 menit pada pewarnaan.
7. Variasi ketinggian berada pada 10mm dan 24mm
8. Daya yang digunakan untuk penyalaan plasma sebesar 180V

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini terbagi atas 2, yaitu:

I.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

Dapat memahami dan mengetahui pengaruh *organic solvent* terhadap pelapisan (*coating*) cairan TiO₂ pada kaca dengan metode plasma. Metode pelapisan menggunakan plasma merupakan metode baru dalam pelapisan TiO₂

I.4.2 Manfaat Bagi Universitas

Memberikan informasi tentang cara melakukan pelapisan (*coating*) TiO₂ pada kaca dengan metode plasma, sehingga kedepannya dapat menjadi referensi mahasiswa dalam penelitian selanjutnya.

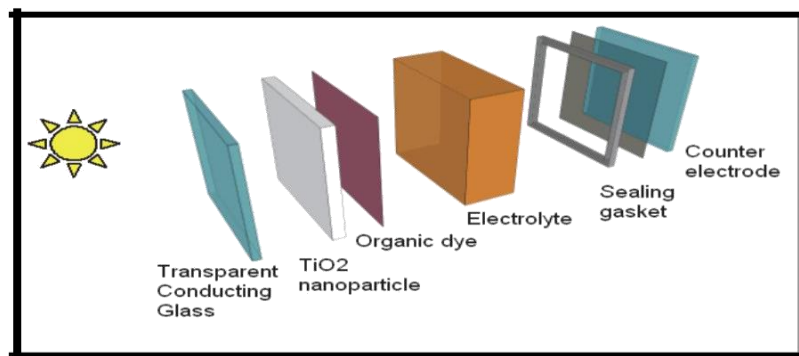
BAB II

LANDASAN TEORI

II.1 DYE Sensitized Solar Cell (DSSC)

Dye sensitized solar cell (DSSC) merupakan sel surya yang tersensitasi oleh zat warna. Sel surya ini dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Gratzel pada tahun 1991 menemukan bahwa TiO_2 (*titanium dioksida*) yang disensitasi oleh *dye* dalam larutan elektrolit dapat menghasilkan arus listrik dengan efisiensi 7,1 %. Hingga saat ini efisiensi maksimal yang berhasil didapatkan yaitu 10 % (Gratzel, 2003). Pengumpulan sinar matahari atau penyerapan cahaya (oleh pewarna) dan proses pengumpulan muatan (oleh semikonduktor) dipisahkan, menirukan penyerapan cahaya alami dalam proses fotosintesis. (Yang Jiao, et al., 2012).

DSSC tersusun dari tiga komponen utama yaitu elektroda kerja (*working electrode*), elektroda lawan (*counter electrode*) dan larutan elektrolit. Elektroda kerja merupakan lapis tipis TiO_2 pada substrat kaca transparan berkonduksi (*Transparent Conductive Oxide*) yang mengadsorp zat warna kompleks Ru (II) sebagai *sensitizer*. Sedangkan elektroda lawan pada sel Grätzel berupa substrat kaca transparan berkonduksi yang dilapisi platina (Pt) sebagai katalis reaksi redoks. Larutan elektrolit yang digunakan adalah pasangan redoks I^-/I_3^- dalam pelarut organik. Adapun susunan satu sel DSSC dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.1. Susunan Satu Sel DSSC Layaknya *Sandwich* (Yang Jiao, et al., 2012).

II.2 Titanium Dioksida (TiO₂)

Titanium dioksida, dikenal juga sebagai titanium (IV) oksida adalah oksida dari titanium, dengan rumus molekul TiO₂. Titanium dioksida ini, mempunyai berat molekul 79,90 g/mol; densitas 4,26 g/cm⁻³. TiO₂ tidak menyerap cahaya tampak tetapi mampu menyerap radiasi UV sehingga dapat menyebabkan terjadinya radikal hidroksil pada pigmen sebagai fotokatalis. terhidrat yang selanjutnya dikalsinasi pada 800°C.

Titanium dioksida (TiO₂) merupakan suatu material yang memiliki berbagai keunggulan baik dari segi sifat fisika maupun sifat kimia. Keunggulan sifat yang dimiliki TiO₂ ini menjadikannya memiliki aplikasi yang sangat luas dalam berbagai bidang. Performa TiO₂ tergantung pada metode sintesis yang berpengaruh terhadap ukuran partikel, kristalinitas, kemurnian, dan komposisi fasa (anatase, brookite, dan rutile). Sehingga perlu pendekatan lebih lanjut untuk mengetahui efektifitas berbagai metode yang digunakan para peneliti dalam melakukan sintesis TiO₂ nanopartikel. Namun, tidak semua rangkuman jurnal yang ada menunjukkan informasi yang detail dan menyeluruh baik dari segi penjabaran metode maupun aplikasi materialnya. Dalam paper ini akan dikaji beberapa metode yang dapat digunakan dalam proses sintesis TiO₂ nanopartikel, diantaranya: metode sol gel, metode hidrotermal, metode hidrolisis, metode *supercritical-drying*, metode pemrosesan dengan larutan basa, *stagnation swirl flame* (SSF), teknik *Solvothermal*, metode biomassa bakteri, dan teknik termolisis. Selain itu, akan dijabarkan juga informasi terkait aplikasi TiO₂ nanopartikel dalam berbagai bidang seperti: *dye sensitized solar cell* (DSSC), fotodegradasi zat warna, antibakterial, komposit logam, komposit polimer, dan degradasi senyawa organik. (Rahman, 2014)

Diantara struktur titanium dioksida tersebut, jenis anatase yang menunjukkan fotoaktifitas yang paling tinggi diantara bentuk kristal lainnya. Oleh karena itu titanium dioksida hanya aktif di bawah sinar ultraviolet (panjang gelombang < 400 nm) dengan lebar celah pita 3,2 eV (anatase).

Respon fotokatalis dalam daerah sinar UV di nilai kurang efisien mengingat cahaya matahari sangat melimpah di muka bumi, sehingga TiO₂ di doping dengan logam di harapkan mampu bergeser ke daerah sinar tampak (visible).



Gambar 2.2. Bubuk Titanium Dioksida (TiO₂)

Dengan berbagai keunggulan tersebut, TiO₂ banyak diaplikasikan sebagai:

1. Pewarna dalam industri cat, kertas, dan plastik.
2. Penjernih air.
3. Penghasil hidrogen dari pemutusan ikatan air.
4. Material yang dapat meregenerasi diri.
5. Digunakan dalam degradasi senyawa organik.
6. Digunakan dalam degradasi senyawa beracun.
7. Pembersih dan desinfektan pada permukaan material.
8. Aditif pada banyak aplikasi senyawa.
9. Sensor.
10. Alat optik
11. Penghalau dan penghalang ultraviolet (UV)
12. Antibakteri
13. Fotokatalis
14. Sel surya
15. *Biological coating*

16. Pembuatan dielektrik tipis *dynamic random access memory* (DRAM)
17. Penguat sifat-sifat polimer
18. Adsorben (Rahman, 2014)

Di alam TiO_2 memiliki beberapa struktur kristal, yaitu: anatase, rutil, dan brookite. Rutil adalah fasa keseimbangan semua suhu. Sedangkan anatase dan brookite adalah fasa metastabil yang dapat diubah menjadi rutil dengan proses pemanasan (Greenwood & Earnshaw, 1994). TiO_2 memiliki beberapa fasa tambahan sebagai bentuk tegangan tinggi, seperti monoklinik baddelite dan orthorombik $\alpha\text{-PbO}_2$ keduanya ditemukan di Ries Crater, Bavaria (Goresy, 2001). Berikut adalah beberapa bentuk modifikasi fasa yang ditunjukkan tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Modifikasi bentuk fasa TiO_2

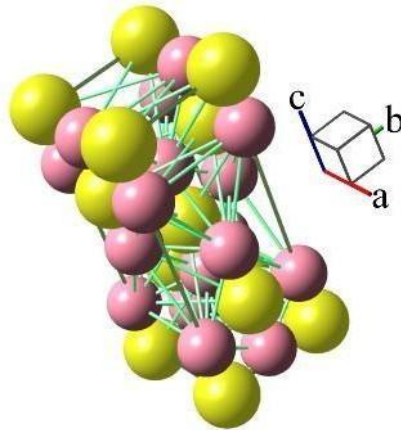
No.	Bentuk	Sistem Kristal	Sintesis
1	Rutil	Tetragonal	
2	Anatase	Tetragonal	
3	Brookite	Orthorombik	Hidrolisis $\text{K}_2\text{O}_4\text{Ti}_9$ diikuti pemanasan
4	TiO_2 (Baddelite)	Monoklinik	Oksidasi hubungan dari perunggu
5	TiO_2 (hollandite)	Tetragonal	Kalium Titanat, $\text{K}_0.25\text{TiO}_2$
6	TiO_2 (Randellite)	Orthorombik	Oksidasi hubungan dari perunggu
7	TiO_2 (II)- $\alpha\text{-PbO}_2$	Orthorombik	Litium Titanat, $\text{K}_0.5\text{TiO}_2$
8	TiO_2 OI	Orthorombik	
9	Kubik	Kubik	$P > 40$ Gpa, $T > 1600$ °C
10	Contunnite	Orthorombik	$P > 40$ Gpa, $T > 700$ °C

Pada Tabel 2.1, TiO_2 memiliki 8 modifikasi bentuk fasa, diantaranya: anatase, rutil, brookite merupakan fasa yang dapat diproduksi secara sintesis (monoklinik, orthorombik, tetragonal) dan 5 bentuk tekanan tinggi seperti: $\alpha\text{-PbO}_2$, baddelite, cotunnite, orthorombik

IO, dan fasa kubik.

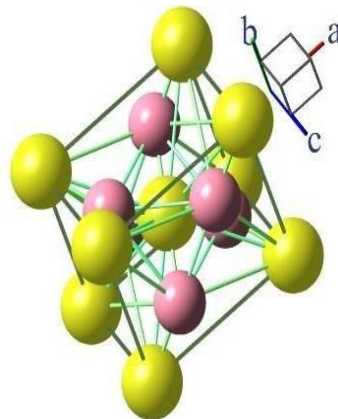
Rutil dan anatase merupakan fasa yang sering diproduksi. Rutil (rutilus, bahasa Latin berarti merah) memiliki komposisi 10% besi dan sejumlah niobium serta tantalum. TiO_2 struktur rutil dan anatase berukuran nanometer dapat dihasilkan dengan unit sel yang berbentuk tetragonal melalui proses hidrotermal. Perbedaannya hanya terletak pada suhu serta waktu pengovenan (Asrori, et al., 2000).

Untuk proses fotokatalisis, struktur anatase lebih bagus karena lebih aktif dibandingkan struktur rutil. Struktur-struktur tersebut dapat digambarkan dengan TiO_6 oktahedral, setiap ion Ti^{+4} dikelilingi oleh enam ion O^{-2} (Fitriana, 2014). Perbedaan dari kedua struktur kristalin terletak pada distorsi struktur oktahedronnya. Pada rutil, struktur oktahedronnya sedikit distorsi orthorombik. Sementara anatase, distorsi jauh lebih besar, sehingga strukturnya asimetris dibandingkan orthorombik. Untuk beberapa aplikasi, rutil lebih sering digunakan karena memiliki sifat fisik yang unik, misalnya berkilau, keras dan tahan terhadap fenomena korosi. Berbeda dengan brookite, strukturnya memiliki simetri yang polimorf dan dapat berubah menjadi rutil pada temperatur sekitar 750°C . Secara umum struktur ini tidak jauh berbeda dengan rutil dan anatase dalam hal massa jenis dan tingkat kekerasan (Stamate, et al., 2008). Bentuk kristal anatase dapat diamati pada pemanasan sol TiO_2 mulai dari suhu 120°C dan mencapai sempurna pada 500°C . Pada suhu 700°C mulai terbentuk kristal rutil dan mulai terjadi penurunan luas permukaan serta pelemahan aktivitas fotokatalisis secara drastis (Tjahjanto & Gunlazuardi, 2001). Untuk melihat lebih jelas lagi perbedaan dari struktur anatase dan rutil dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 2.3 Struktur kristal TiO₂ (anatase)

Gambar 2.3 menunjukkan struktur kristal TiO₂ fasa anatase. Ti⁺⁴ ditunjukkan pada bulatan besar yang warna kuning dan O⁻² ditunjukkan pada bulatan kecil yang berwarna ungu. Sifat kristal anatase ini membentuk delapan tetragonal dipiramida berpusat badan dengan nomor *space group* 141.



Gambar 2.4 Struktur kristal TiO₂ (rutil)

Gambar 2.4 menunjukkan struktur kristal TiO₂ fase rutil, Ti⁺⁴ ditunjukkan bulatan besar berwarna kuning dan O₂ oleh bulatan kecil berwarna ungu. Struktur kristal rutil pertama kali ditemukan oleh Vegard pada tahun 1916 (Mak & Zhou, 1992). Setiap atom titanium dikelilingi oleh 6 atom oksigen pada enam sudut yang teratur dan setiap

atom oksigen dikelilingi tiga atom titanium pada sudut sama sisi dengan nomor *space group* 136.

Perbedaan struktur kristal ini menyebabkan perbedaan densitas dan struktur pita elektronik (Linsebigler, et al., 1995), yang terlihat pada Tabel 2.2:

Tabel 2.2 Perbedaan struktur kristal anatase dan rutil

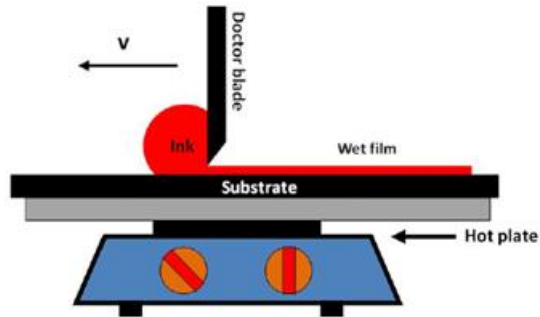
Faktor Perbedaan	Sistem Kristal	
	Anatase	Rutil
Energi celah/ E_g (eV)	3,2	3
Massa jenis/ ρ (g/cm ³)	3,894	4,25
Jarak Ti-Ti (Å)	3,97 dan 3,04	3,57 dan 2,96
Jarak Ti-O (Å)	1,934 dan 1,980	1,949 dan 1,980

II.3 Proses *Coating*

Ada beberapa metode *coating* yang telah dilakukan untuk melapisi kaca substrak, antara lain:

a. Metode *Doctor Blade*

Doctor blade adalah teknik yang kurang sering dipelajari dalam konteks sel surya organik, meskipun dokter blading adalah teknik yang agak sederhana. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, pisau tajam ditempatkan pada jarak tetap dari permukaan substrat. Lalu tinta dijatuhkan di depan pisau. Dengan menggerakkan blade melintasi substrat dengan kecepatan konstan, film basah tipis dapat disimpan secara merata pada substrat. Ketebalan film basah (WFT) tergantung pada jarak antara pisau dan substrat, serta energi permukaan substrat, tegangan permukaan tinta, dan viskositas tinta. (Tang, 2010).



Gambar 2.5. Cara kerja pelapisan *Doctor Blade* (Tang, 2010).

b. Metode Spray

Metode *spray* menggunakan alat *airbrush* yang tersusun dari jarum, pipa kecil, dan pompa udara. Mekanisme kerjanya diawali dengan proses pembuatan larutan TiO₂. Larutan TiO₂ (0,25 M) dimasukkan dalam tabung *airbrush*, kemudian disemprotkan (*spray*) ke atas substrat TCO dengan tekanan yang cukup tinggi berasal dari kompresor (Mustikasari, 2013).

c. Metode *Slip Casting*

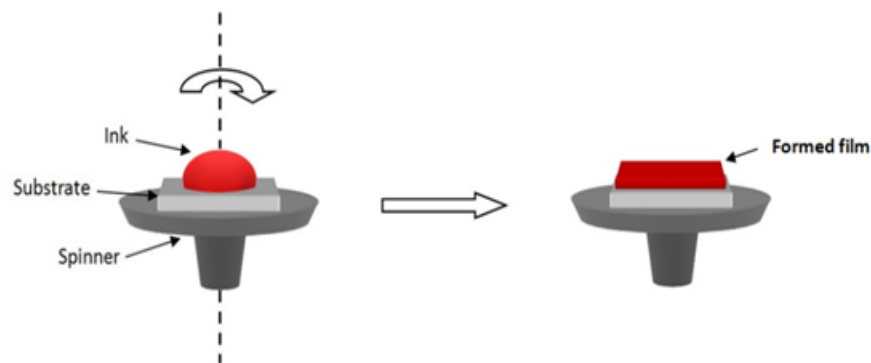
Metode *slip casting* merupakan metode paling murah jika dibandingkan dengan metode yang lainnya. Alat yang digunakan juga mudah ditemukan. Untuk meratakan TiO₂ yang sudah dideposisikan di atas TCO, hanya dibutuhkan *spatula*. Metode ini memiliki ketebalan bergantung pada selotip yang diberikan (Nuryadi, 2011).

d. Metode *Spin Coating*

Metode *spin coating* merupakan metode yang digunakan untuk meratakan lapisan di atas suatu substrat dengan memanfaatkan gaya semu sentrifugal dengan menggunakan laju putar spin tertentu. Larutan yang digunakan harus homogen (H. Cui, 1993).

Spin coating adalah teknik deposisi yang paling banyak digunakan untuk pengembangan sel surya organik sejauh ini. Pada prinsipnya, cara kerjanya dapat digambarkan sebagai: larutan di letakkan pada substrat yang akan dipercepat ke kecepatan rotasi yang dipilih untuk menyebarkan fluida dengan gaya sentrifugal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Kecepatan sudut substrat dengan larutan di atasnya menimbulkan pelepasan

larutan yang paling banyak diterapkan dan hanya film tipis yang tersisa pada substrat. Ketebalan, morfologi dan topografi permukaan film akhir yang diperoleh dari bahan tertentu dalam pelarut yang diberikan dan pada konsentrasi yang diberikan sangat direproduksi (Krebs, 2009). Sudah umum diakui bahwa teknik pelapisan spin adalah teknik eksperimental yang sangat baik pada skala laboratorium. Namun, untuk komersialisasi teknologi OPV, di mana produksi massal dan skala besar diperlukan, lapisan spin menjadi tidak kompetitif. Beberapa kerugian seperti: ketidaksesuaian dengan teknik pencetakan R2R kesulitan untuk menyimpan film besar, limbah tinta, dll. Membatasi penerapan industri. (Tang, 2010)



Gambar 2.6. Cara kerja *Spin Coating*

Beberapa metode di atas telah digunakan, maka dari itu peneliti berusaha pelapisan dengan menggunakan teknologi plasma dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik dari microwave oven.

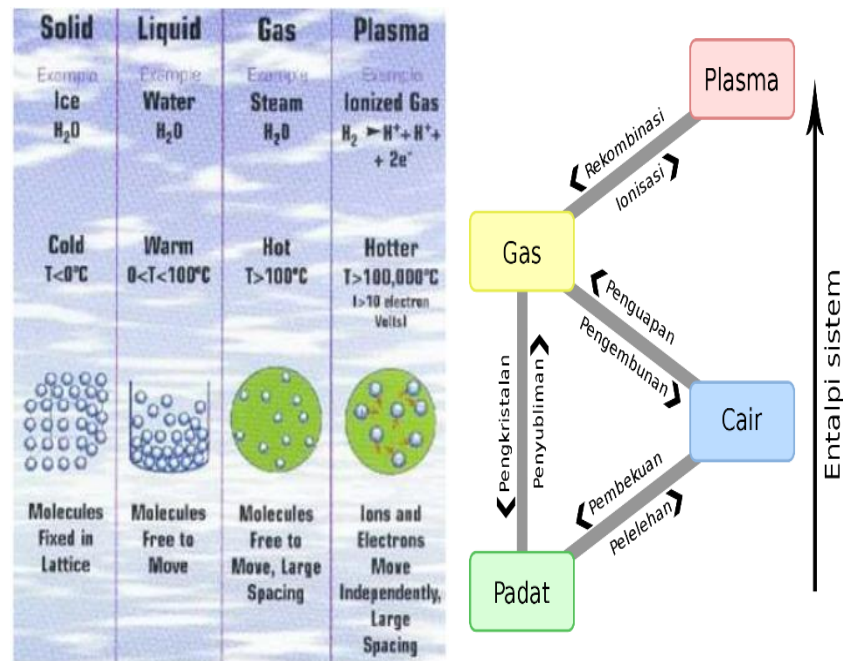
II.4 Plasma

a. Pengertian Plasma

Konsep tentang plasma pertama kali dikemukakan oleh Langmuir dan Tonks pada tahun 1928. Mereka mendefinisikan plasma sebagai gas yang terionisasi dalam lucutan listrik, jadi plasma dapat juga didefinisikan sebagai percampuran kuasinetral dari elektron, radikal, ion positif dan negatif. Percampuran antara ion-ion yang bermuatan positif dengan elektron-elektron yang bermuatan negatif memiliki sifat-sifat yang sangat

berbeda dengan gas pada umumnya dan materi pada fase ini disebut fase plasma. Maka secara sederhana plasma didefinisikan sebagai gas terionisasi dan dikenal sebagai fase materi ke empat setelah fase padat, cair, dan fase gas (Nur, 2011).

Suatu gas dikatakan terionisasi jika terdiri dari atom-atom yang terionisasi bermuatan positif (ion) dan elektron yang bermuatan negatif. Pada prinsipnya, karena proses ionisasi membutuhkan energi dalam orde elektron volt untuk melepas elektron, maka dalam membuat plasma harus ditambahkan energi dalam suatu sistem. Penambahan ini bisa dilakukan dengan osilator gelombang mikro (RF) pada ruangan bertekanan rendah. (Konuma dkk, 1992).



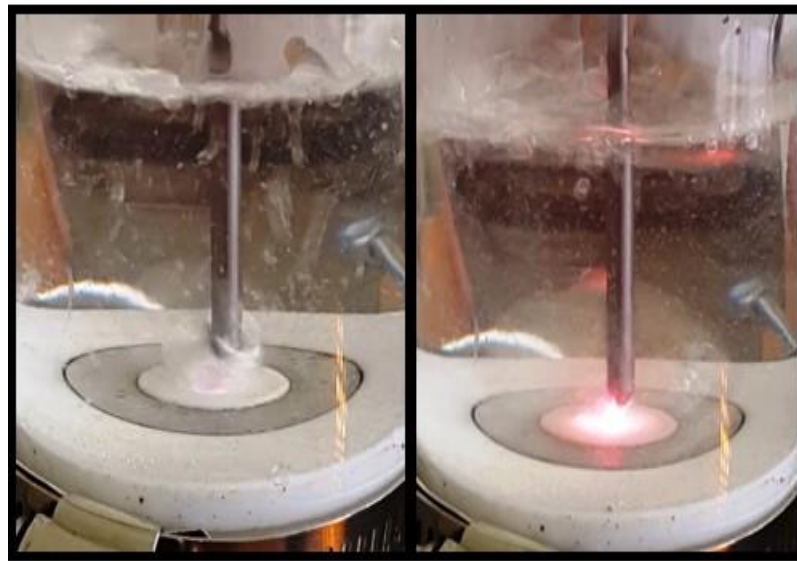
Gambar 2.7. Ilustrasi perbandingan plasma dengan jenis zat lain

b. Mekanisme Plasma Dalam Cairan

Mekanisme lucutan plasma atau lucutan listrik dalam cairan (terkhusus air) dapat diklasifikasikan ke dalam dua bagian. Bagian pertama mempertimbangkan bahwa plasma atau lucutan listrik dalam air dimulai dari proses terbentuknya gelembung dan proses elektronik yang terjadi

dalam gelembung. Sementara itu bagian kedua, prosesnya dimulai dari lucutan sebagian dan berkembang sampai lucutan penuh (Ade, 2014).

Sesuai pendekatan dari bagian pertama, proses gelembung dimulai dengan gelembung kecil yang terbentuk melalui penguapan cairan dari pemanasan akibat medan listrik yang tinggi pada daerah ujung elektroda. Di dalam gelembung akan terjadi proses elektronika yang mengionisasi atom gas sehingga timbul plasma. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



(a)

(b)

Gambar 2.8. Proses Pembangkitan plasma : (a) Terbentuknya Gelembung dan (b) Terbentuknya Plasma (Nurdin, 2016)

c. Aplikasi *Microwave Oven* Secara Umum dan Komponennya
Gelombang Mikro (*Microwave*) Pembangkit Plasma

Saat ini beberapa peneliti telah beralih ke sumber daya gelombang mikro untuk membangkitkan plasma karena pembangkit gelombang mikro tidak memerlukan peralatan elektroda sehingga dapat menghindari proses kontaminasi. Eksitasi gelombang mikro sangat efisien untuk menghasilkan konsentrasi radikal dan rapat plasma yang tinggi. Di samping itu harga

generator gelombang mikro sebanding dengan generator rf yang biasa digunakan untuk membangkitkan plasma (Sutanto, 2005).

Microwave oven yang konvensional sudah digunakan untuk mengiridiasikan 2.45 GHz *microwave* untuk pembangkitan plasma dalam n-dodecane sebagai heavy hydrocarbon tanpa CO₂ sebagai produk sampingan. Plasma dibangkitkan dalam atau kontak dengan cair untuk performansi suatu proses yang sama dengan plasma dalam gas. Teknik untuk produksi hidrogen telah dilakukan dengan plasma dalam cair. Pembangkitan gelembung mengandung radio frequency (RF) plasma dalam water sudah diinvestigasi untuk produksi hidrogen dan oksigen. Plasma dibangkitkan dalam gelembung dalam air dengan meng-iradiasikan High Frequency melalui elektroda. Air juga berfungsi untuk mendinginkan elektroda selama proses dekomposisi metana berlangsung (Putra, 2013).

d. Aplikasi *Microwave Oven*

Microwave oven adalah *oven* yang menggunakan bantuan *microwave* (gelombang mikro) untuk memasak makanan. Sebenarnya gelombang ini merupakan gelombang radio, tetapi panjang gelombangnya lebih kecil dari gelombang radio biasa. Panjang gelombangnya termasuk ultra-short (sangat pendek) sehingga disebut juga mikro, dari sinilah lahir istilah *microwave*. *Microwave oven* sendiri bisa bekerja begitu cepat dan efisien karena gelombang elektromagnetiknya menembus makanan dan mengeksitasi molekulmolekul air dan lemak secara merata (tidak cuma permukaannya saja). Ini memberi kesan *microwave oven* adalah *oven* pintar yang bisa memilih untuk memasak hanya makanannya saja, bukan wadahnya (Surya, 2010).

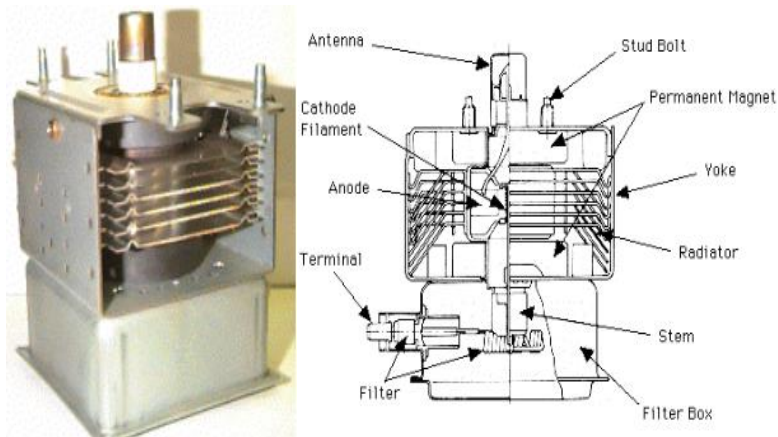
Microwave oven memanfaatkan *microwave* atau gelombang mikro. Gelombang mikro adalah salah satu gelombang elektromagnetik dalam spektrum gelombang elektromagnet. Gelombang mikro dapat digunakan sebagai pemanas makanan karena gelombang mikro akan dipantulkan oleh bahan logam seperti baja atau besi yang menjadi bahan dasar dari oven

microwave sehingga panas terkurung di dalam. Kedua, gelombang ini dapat menembus bahan non logam tanpa memanaskannya. Terakhir adalah gelombang ini akan diserap oleh air. Secara lebih detail gelombang mikro membuat molekul-molekul yang terdapat pada makanan yang dimasak bergoncang secara acak sehingga menghasilkan gesekan-gesekan antar molekul yang menghasilkan panas (Potter dan Christopher, 2010).

Setiap gelombang elektromagnet membawa sejumlah energi yang dapat diolah untuk keperluan manusia. Panjang masing-masing jenis gelombang elektromagnetik yang berbeda-beda akan mempengaruhi perilaku gelombang jika bereaksi dengan berbagai jenis materi. Perpindahan energi gelombang elektromagnetik dilakukan secara radiasi, yaitu perpindahan yang tidak memerlukan medium perantara (Surya, 2010).

e. Komponen *Microwave Oven*

Di dalam setiap microwave terdapat sebuah magnetron, *waveguide*, dan *Stirrer*. Magnetron adalah sejenis tabung hampa penghasil gelombang mikro. Fungsi magnetron adalah memancarkan gelombang mikro ke dalam microwave. Pada awalnya magnetron dirancang untuk penggunaan radar. Gelombang mikro yang digunakan sama dengan gelombang yang digunakan di dunia telekomunikasi seperti radar, gelombang pemancar stasiun radio, gelombang pemancar stasiun televisi, atau gelombang sinyal handphone. Gelombang mikro sendiri adalah salah satu gelombang radio (Surya, 2010).



Gambar 2.9. Magnetron dan skemanya (Febrian, dkk, 2011).

Waveguide adalah sebuah komponen yang didesain untuk mengarahkan gelombang. Untuk tiap jenis gelombang *waveguide* yang digunakan tidak sama. *Waveguide* untuk gelombang mikro dapat dibangun dari bahan konduktor. *Stirrer* adalah komponen yang menyerupai baling-baling ini digunakan untuk menyebarkan gelombang mikro di dalam microwave oven. Biasanya dikombinasikan dengan sebuah komponen seperti piringan yang dapat diputar pada bagian bawah. Kombinasi ini memungkinkan kecepatan tingkat kematangan yang merata saat memasak (Febrian, dkk, 2011).

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari 2019 hingga maret 2019. Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin di Laboratorium Aplikasi Plasma dan Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Titanium Dioksida (TiO_2)
2. Aquades
3. Aceton
4. Metanol
5. Isopropil Alkohol
6. Karbon Tetraklorida
7. Stiker *Cutting* Hitam
8. Kaca
9. *Tissue*

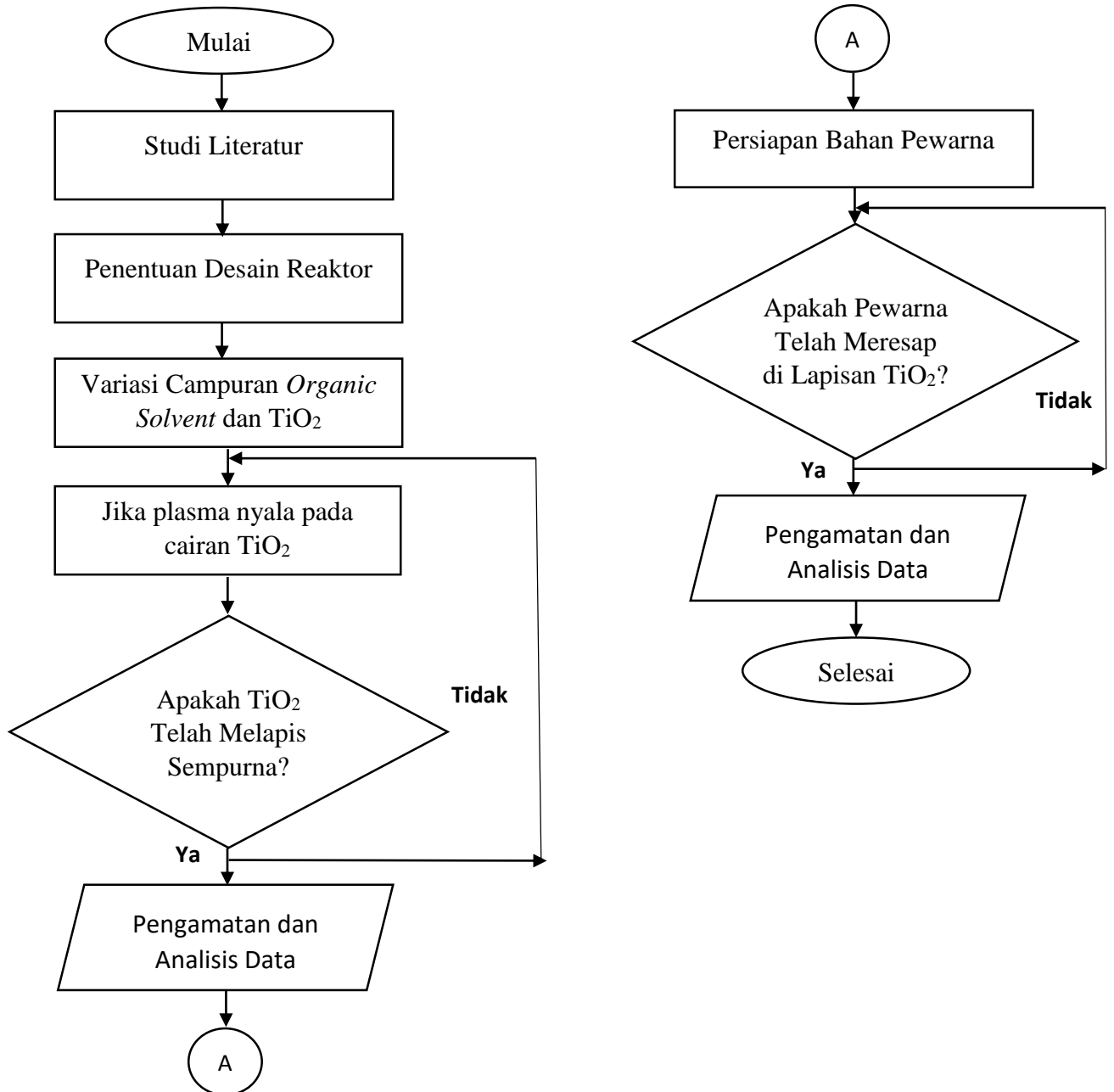
III.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. *Magnetic Stirrer*
2. Tabung Elemeyer
3. *Ultrasonic Cleaner*
4. Botol Kaca
5. *Tissue*
6. Reaktor
7. Saringan
8. *Coffee Filter*
9. Timbangan

10. Alat Pembangkit Plasma 2.45 GHz
11. 3D *Measuring Laser Microscope* OLS4100

III.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.10. Diagram Alir Penelitian

III.4 Alat Penelitian



Gambar 3.1. Alat Pengujian

III.5 Prosedur Kerja

Pada penelitian ini langkah-langkah yang dilakukan adalah:

a. Persiapan Kaca

Kaca yang digunakan berbentuk persegi sama sisi dengan ukuran 2,5 cm di tiap sisinya dan memiliki ketebalan 2,87 mm. Kaca yang akan digunakan disterilkan dengan ultrasonic cleaner. Langkah pertama ultrasonic cleaner diisi dengan air. Setelah itu dilakukan pencucian kaca dengan aquades, ethanol dan aceton secara bergantian. Wadah yang berisi potongan kaca direndam dengan 15ml Aquades selama 45 menit. Selanjutnya aquades diganti dengan ethanol sebanyak 15ml selama 45 menit. Dan terakhir yang menggunakan aceton 15ml selama 15 menit.



Gambar 3.2 Proses Sterilisasi Kaca Menggunakan *Ultrasonic Cleaner*

Proses selanjutnya adalah melakukan pembersihan pada tepi-tepi kaca, sehingga menyisakan permukaan seluas $(1 \times 1) \text{ cm}^2$ untuk dilapisi cairan TiO_2 . Yang kemudian siap untuk di plasma di dalam reaktor.



Gambar 3.3 Stiker *Cutting* Hitam

b. Pembuatan Cairan TiO_2

Pembuatan cairan TiO_2 menggunakan *Magnetic Stirrer*. Pada penelitian ini campuran TiO_2 dibagi menjadi tiga macam, yaitu 10 mg

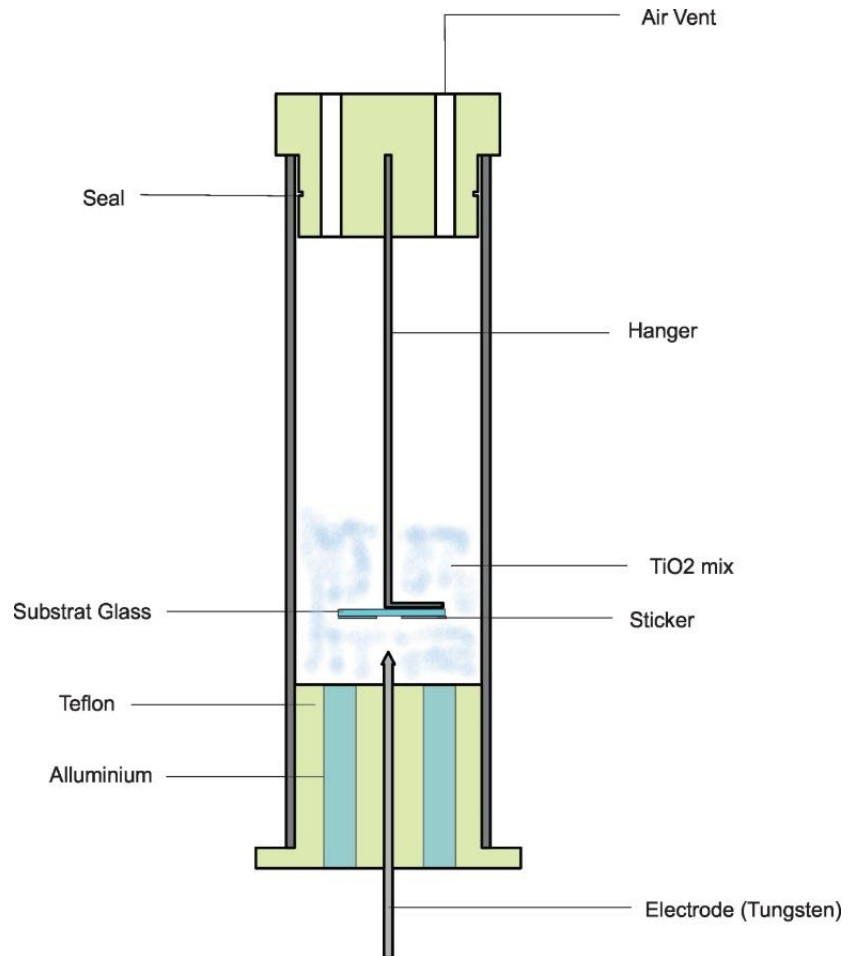
Titanium Dioksida (TiO_2) ditambah 40 ml Aquades (H_2O) dan 50 ml Metanol (CH_3OH), 10 gr Titanium Dioksida (TiO_2) ditambah 40 ml Aquades (H_2O) dan 50 ml Isopropil Alkohol ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$), dan 10 gr Titanium Dioksida (TiO_2) ditambah 40 ml Aquades (H_2O) dan 50ml Karbon Tetraklorida (CCl_4). Pada saat pencampuran, bubuk titanium dioksida akan dimasukkan ke dalam *Magnetic Stirrer* dan selanjutnya akan dituangkan juga *aquades*, methanol ataupun isopropyl alkohol dan karbon tettraklorida. Pencampuran dilakukan selama 120 menit dengan kecepatan putaran konstan pada *Magnetic Stirrer*.



Gambar 3.4 *Magnetic Stirrer* Untuk Mengaduk Campuran TiO_2

c. Proses Plasma

Proses Plasma ini dilakukan menggunakan alat pembangkit plasma 2.45 GHZ. Metode dilakukan dengan menggantung kaca pada penggantung kaca, yang kemudian dimasukkan ke dalam reaktor yang berisi cairan Titanium Dioksida (TiO_2) di dalam reaktor. TiO_2 akan menempel pada permukaan kaca hingga seluruh permukaan tertutupi TiO_2 , kemudian bingkai dilepaskan dari kaca.



Gambar 3.5 Skema Ilustrasi Proses Pelapisan TiO₂ Dengan Metode Plasma

d. Karakterisasi Struktur Lapisan TiO₂

Pada tahap ini, hasil daripada lapisan TiO₂ pada kaca akan diuji kekasaran, ketebalan, dan struktur mikro.

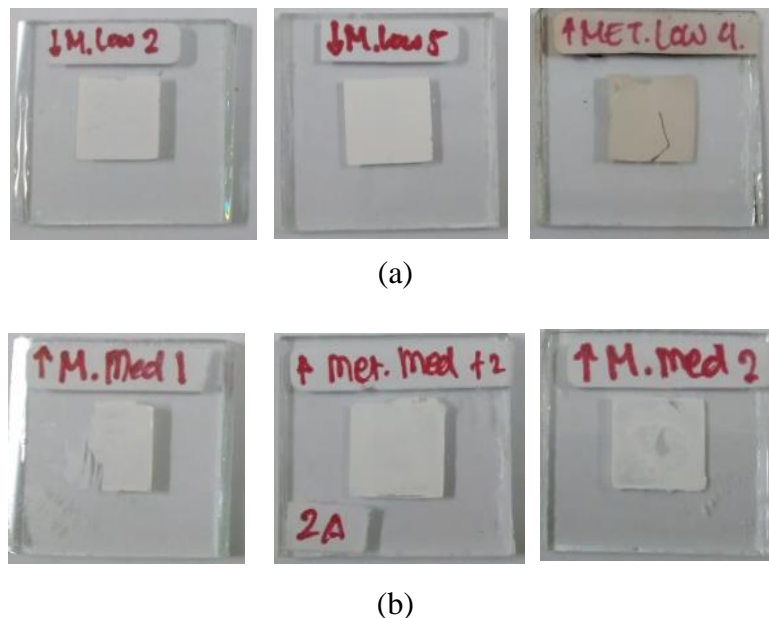
BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mencapai lapisan Titanium Dioksida (TiO_2) pada permukaan kaca dengan ketebalan sangat rendah. Nilai ketebalan yang ingin dicapai adalah 12 – 20 μm . Pada proses pelapisan (*coating*) dilakukan variasi pelarut organik, dengan tujuan mengetahui pengaruh nilai *carbon* dan *hydrogen* terhadap tebal lapisan TiO_2 . Juga dilakukan pewarnaan dengan perlakuan plasma dan tanpa perlakuan plasma untuk mengetahui perbandingan hasil pewarnaan dengan dan tanpa perlakuan plasma terhadap lapisan TiO_2 .

IV.1. Hasil Proses Pelapisan (*Coating*) Dengan Methanol

Percobaan pertama dilakukan dengan campuran TiO_2 ditambah quads, dengan menggunakan cetakan stiker *cutting* hitam. Yang berfokus pada variasi ketinggian yaitu low dan medium dan pelarut methanol (CH_3OH) dengan waktu penyalaan plasma selama 120 detik. Hasil dari pelapisan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Hasil Pelapisan TiO_2 Dengan Pelarut Organik Methanol: (a) Jarak Penyalaan 10mm dan (b) Jarak Penyalaan 24mm

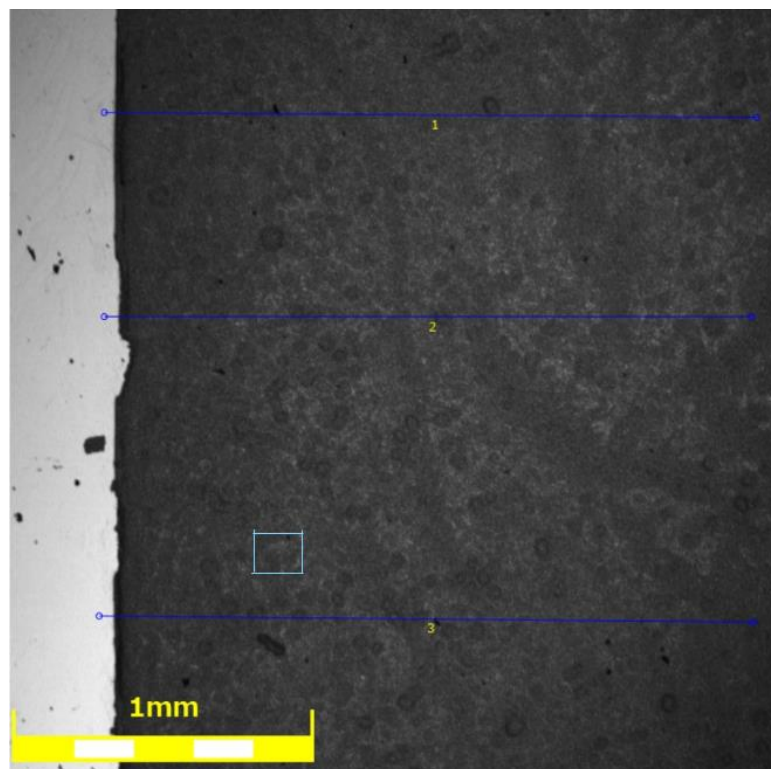
Setelah melakukan pelapisan (*coating*) pada kaca substrak, maka dilakukan uji karakteristik di Laboratorium Metalurgi Fisik. Pengujian dilakukan pada hanya beberapa sample. Sample dipilih untuk diuji adalah sample yang ketika dilihat dengan kasat mata memiliki lapisan yang paling tipis dan halus. Berikut adalah hasil pengujian karakteristik lapisan.

1. Ketinggian 10mm sample 1

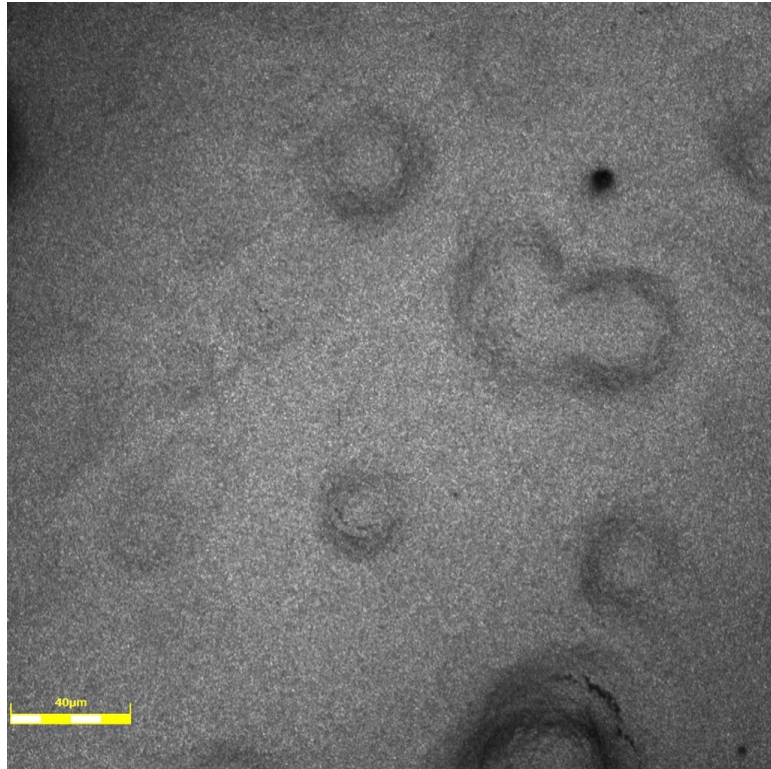
- a) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- b) Jarak tungsten dengan kaca : 1 cm
- c) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.2 Hasil Foto Permukaan Lapisan TiO_2 + Methanol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.1 Hasil Pelapisan TiO_2 + Methanol Sampel 3
Ketinggian Penyalaan 10mm

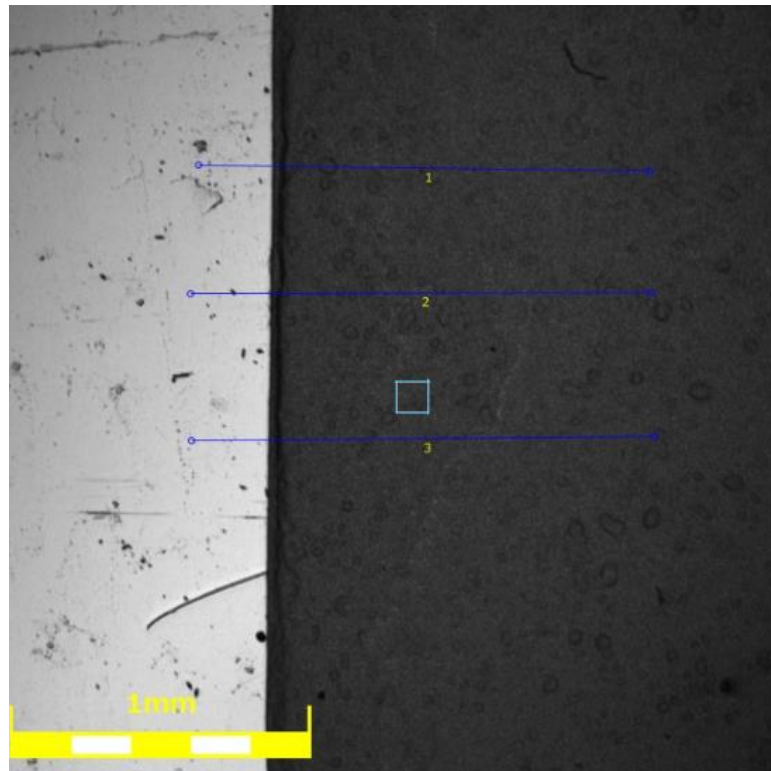
Methanol (CH_3OH) sampel 3				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	17.171		4.77	
	11.334	14.684	4.167	4.231
	15.548		3.757	

2. Ketinggian 10mm sample 2

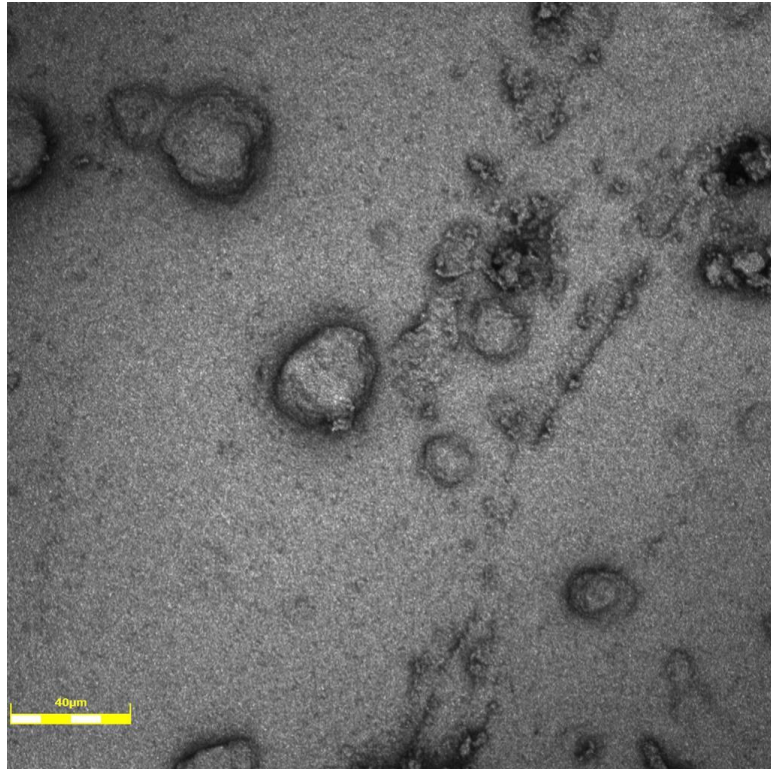
- d) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- e) Jarak tungsten dengan kaca : 1 cm
- f) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 µm

(b)

Gambar 4.3 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Methanol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.2 Hasil Pelapisan TiO_2 + Methanol Sampel 1
Ketinggian Penyalaan 10mm

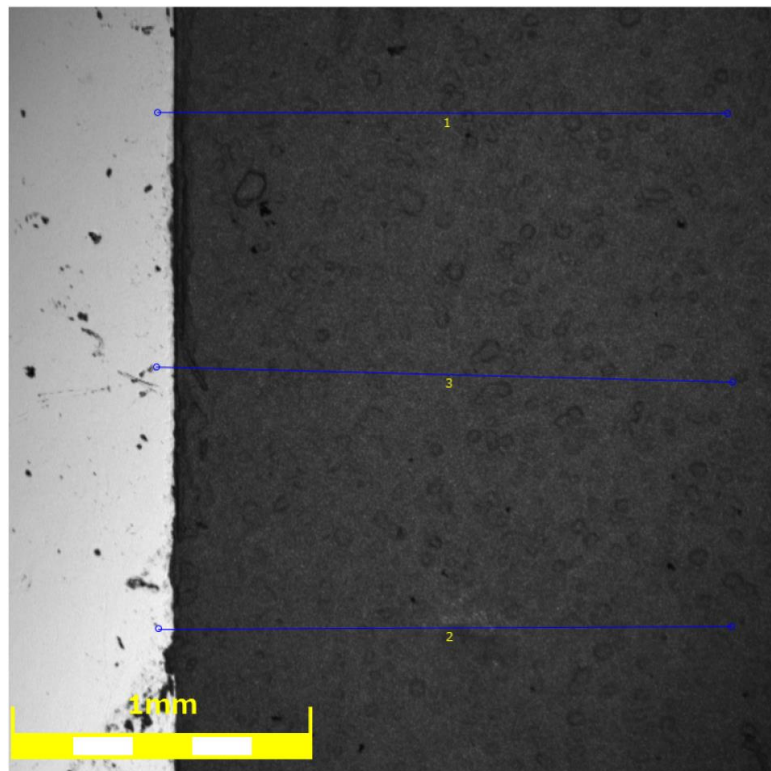
Methanol (CH ₃ OH) sampel 1				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	13.815		4.896	
	14.973	13.153	4.315	5.081
	10.671		6.033	

3. Ketinggian 10mm sample 3

- g) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- h) Jarak tungsten dengan kaca : 1 cm
- i) Daya : 180 Volt

Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



Gambar 4.4 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Methanol Perbesaran 62.5X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.3 Hasil Pelapisan TiO₂ + Methanol Sampel 2

Ketinggian Penyalaan 10mm

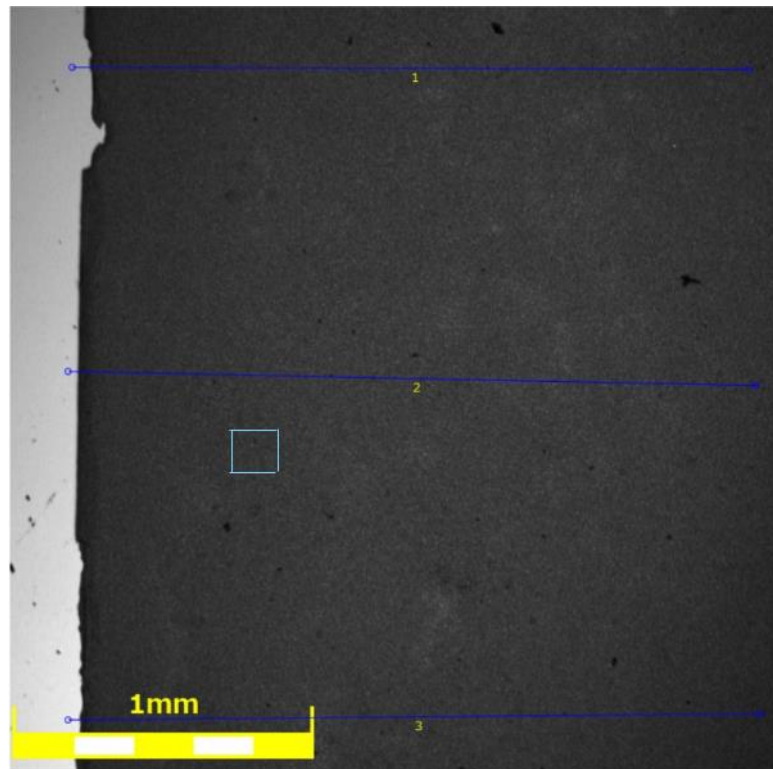
Methanol (CH ₃ OH) sampel 2				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	16.049		4.907	
	11.825	14.071	4.81	4.669
	14.341		4.291	

4. ketinggian 24mm sampel 1

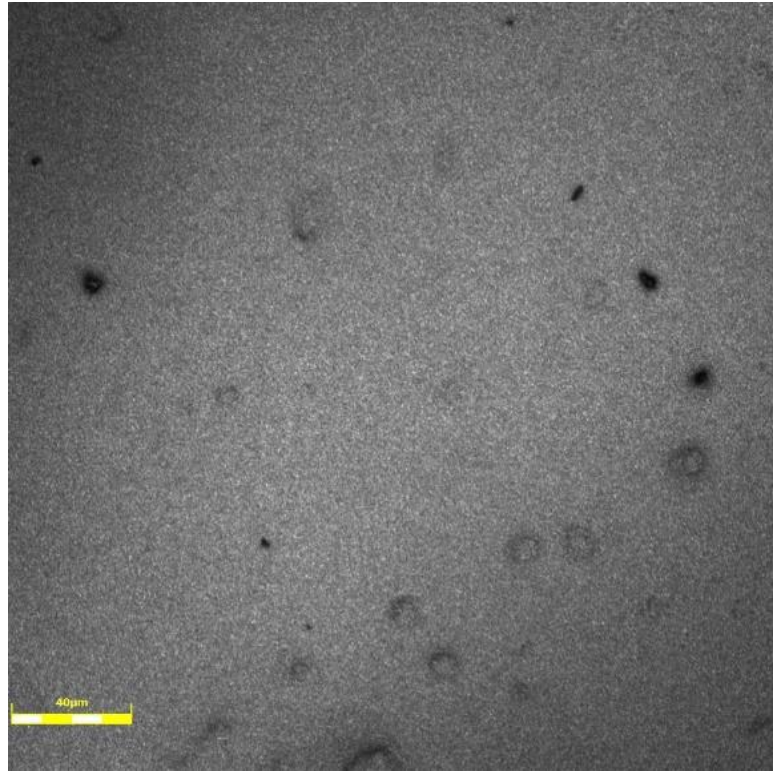
- a) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- b) Jarak tungsten dengan kaca : 24mm
- c) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.6 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Methanol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.4 Hasil Pelapisan TiO_2 + Methanol Sampel 1
Ketinggian Penyalaan 24mm

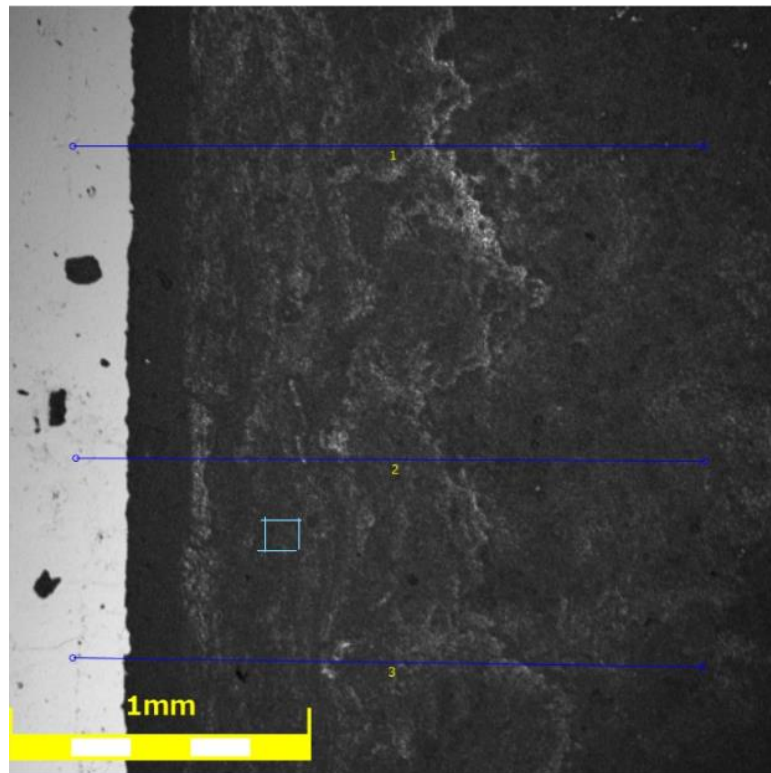
Methanol (CH_3OH) sampel 1				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	12.202	13.443	4.671	4.438
	17.664		4.557	
	10.467		4.087	

5. ketinggian 24mm sampel 2

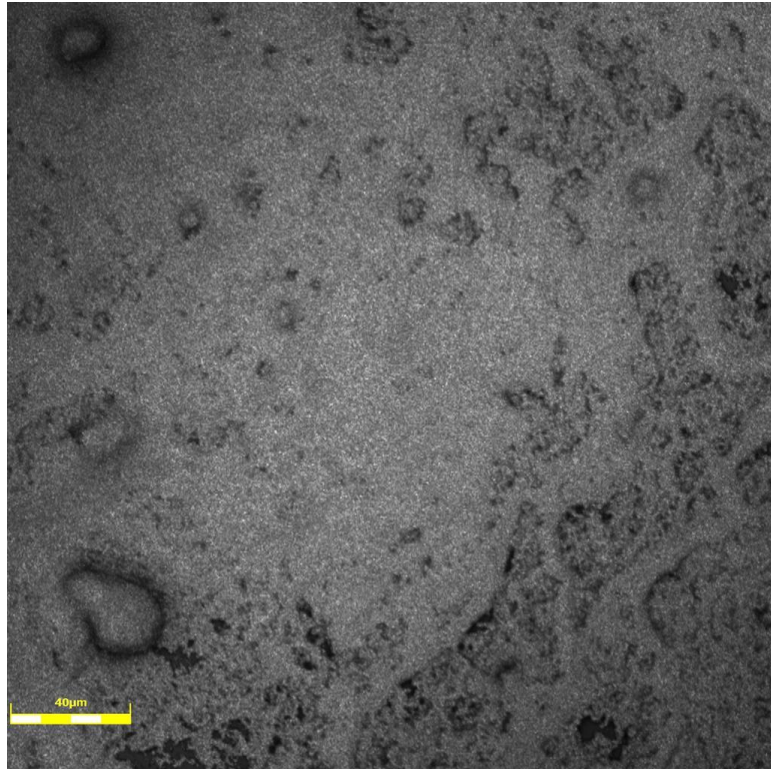
- d) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- e) Jarak tungsten dengan kaca : 24mm
- f) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.7 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Methanol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.5 Tabel 4.4 Hasil Pelapisan TiO_2 + Methanol
Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 24mm

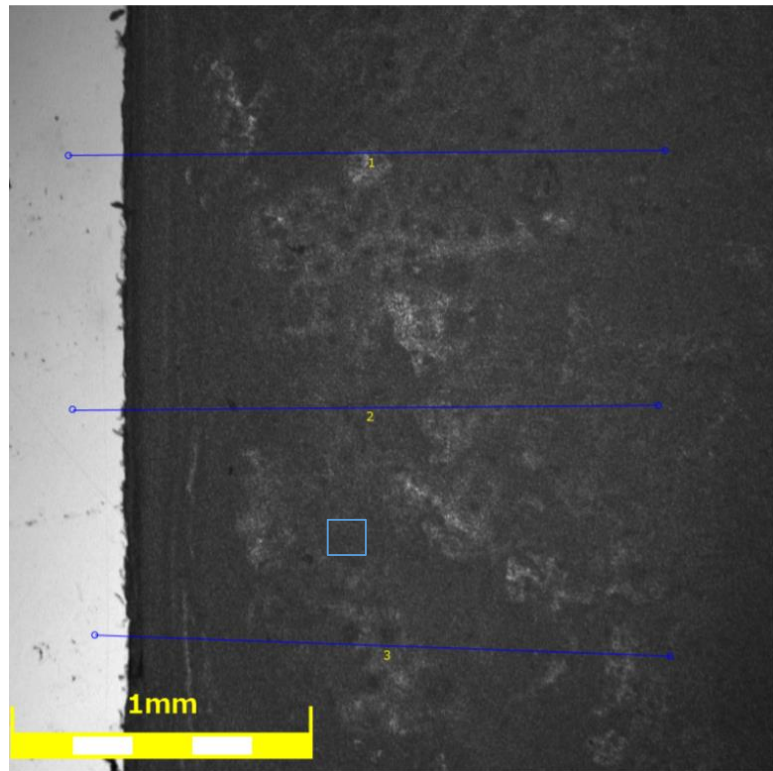
Methanol (CH ₃ OH) sampel 2				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	7.315		4.49	
	7.017	7.974	4.37	4.31
	9.589		4.06	

4. ketinggian 24mm sampel 3

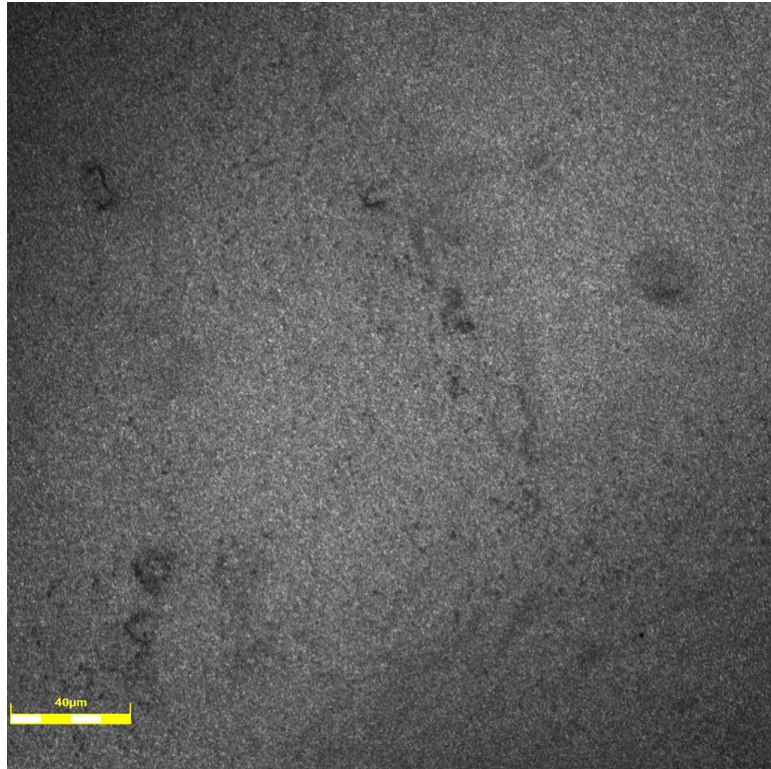
- g) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- h) Jarak tungsten dengan kaca : 24mm
- i) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



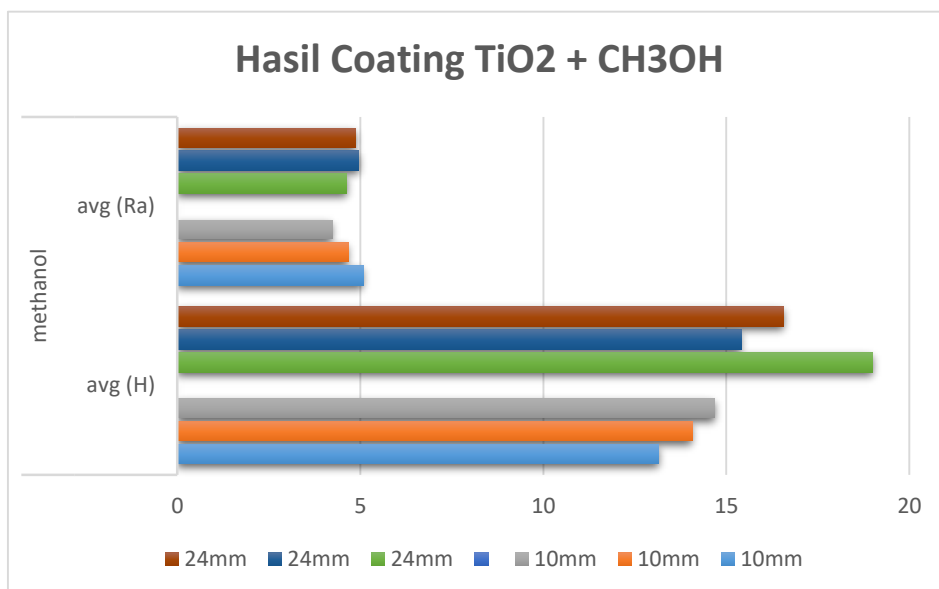
 = 40 μm

(b)

Gambar 4.8 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Methanol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*
 - Tabel 4.6 Hasil Pelapisan TiO_2 + Methanol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 24mm

Methanol (CH_3OH) sampel 3				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	12.202	13.443	4.671	4.438
	17.664		4.557	
	10.467		4.087	



Gambar 4.8 Grafik Hasil Pelapisan TiO₂ + Methanol

Dari grafik hasil pelapisan percobaan menggunakan methanol sebagai pelarut organic dapat dilihat bahwa adanya pengaruh perbedaan jarak nyala plasma dan kaca substrak terhadap ketebalan dan kekasaran lapisan titanium dioksida. Terlihat dari penyalaan plasma dengan jarak 10mm yang dimana ketebalan rata-rata mencapai 16.071 μm lebih tebal dibanding dengan penyalaan plasma dengan jarak 24mm yang menghasilkan ketebalan 13.696 μm . sama halnya dengan nilai kekasaran yang diperoleh dari kedua sampel yaitu pada penyalaan plasma dengan jarak 10mm menghasilkan kekasaran permukaan senilai 4.820 lebih kasar dibanding penyalaan plasma dengan jarak 24mm yang menghasilkan kekasaran senilai 4.466. kedua sampel telah mencapai hasil yang diinginkan sekitar 12-17 μm dan nilai kekasaran dibawah 5.

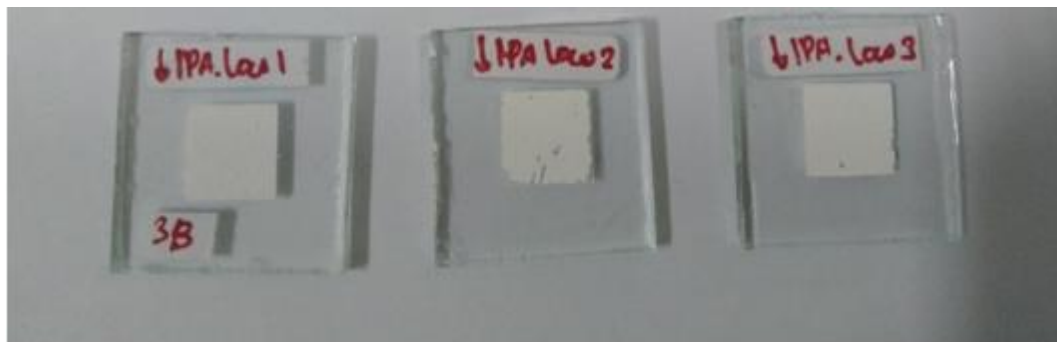
Untuk pengamatan secara *visual*, terlihat beberapa bitnik hitam di kedua sampel yang artinya terdapat karbon berukuran mikro dan pori (bukit dan lembah) yang dihasilkan dari penyalaan plasma.

IV.2. Hasil Proses Pelapisan (*Coating*) Dengan Isopropil Alkohol

Percobaan pertama dilakukan dengan campuran TiO_2 ditambah aquades, dengan menggunakan cetakan stiker *cutting* hitam. Yang berfokus pada variasi ketinggian yaitu low dan medium dan pelarut Isopropil Alkohol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{OH}$) dengan waktu penyalaan plasma selama 120 detik. Hasil dari pelapisan dapat dilihat pada gambar :



(a)



(b)

Gambar 4.9 Hasil Pelapisan TiO_2 Dengan Pelarut Organik Isopropil Alkohol: (a) Jarak Penyalaan 10mm dan (b) Jarak Penyalaan 24mm

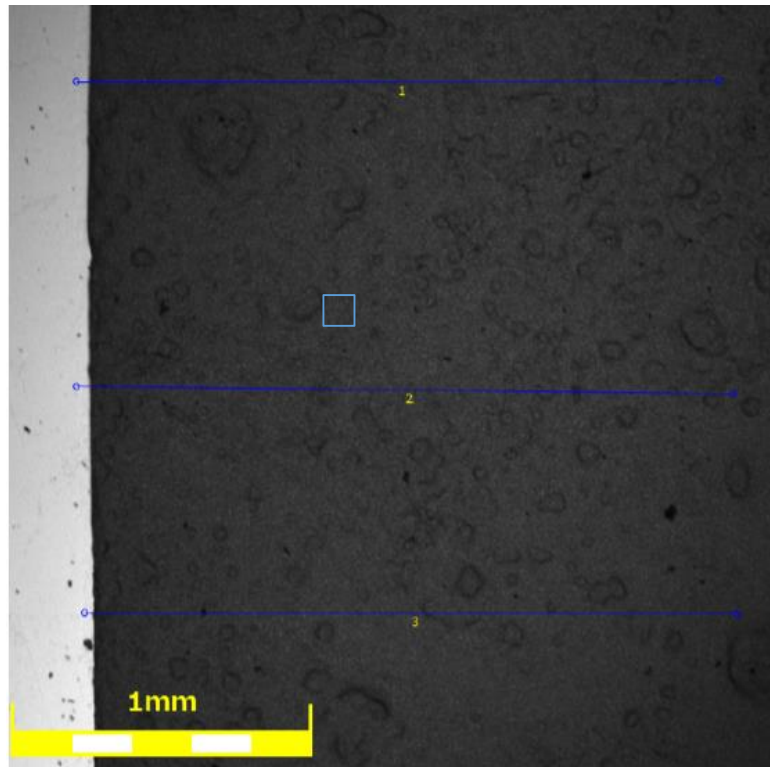
Setelah melakukan pelapisan (*coating*) pada kaca substrak, maka dilakukan uji karakteristik di Laboratorium Metalurgi Fisik. Pengujian dilakukan pada hanya beberapa sample. Sample dipilih untuk diuji adalah sample yang ketika dilihat dengan kasat mata memiliki lapisan yang paling tipis dan halus. Berikut adalah hasil pengujian karakteristik lapisan.

1. Ketinggian 10mm sampel 1

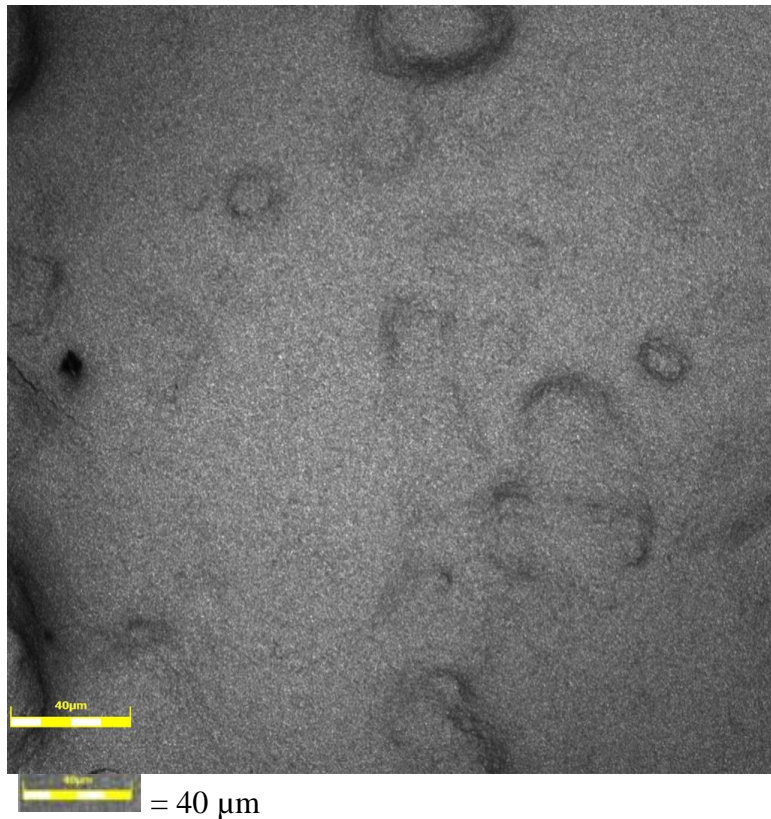
- a) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- b) Jarak tungsten dengan kaca : 10mm
- c) Daya : 180 Volt

Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



(b)

Gambar 4.10 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*
Tabel 4.7 Hasil Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 10mm

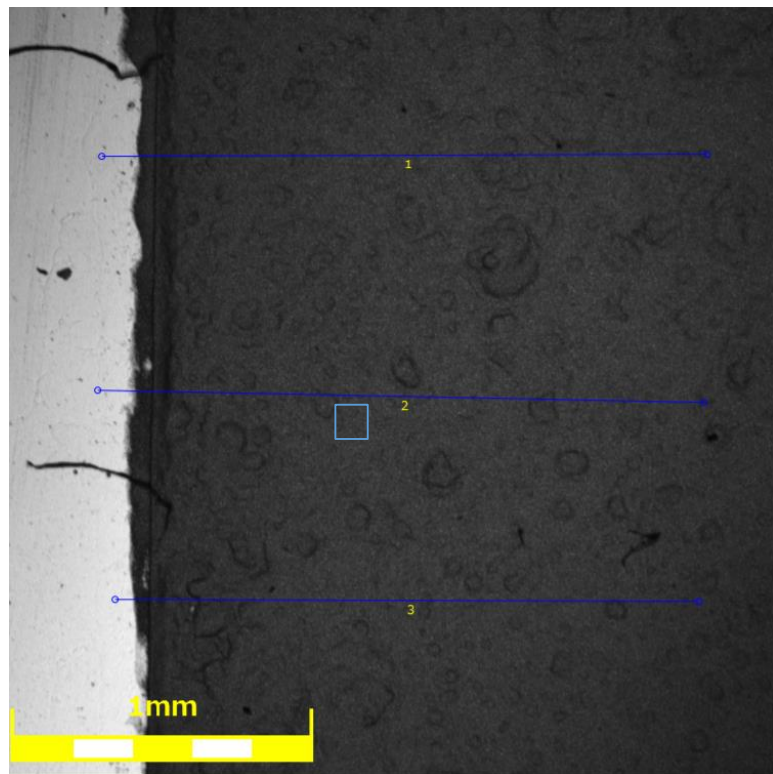
Isopropil Alkohol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{OH}$) sampel 1				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	15.849	15.828	7.856	7.452
	15.188		7.118	
	16.448		7.383	

2. Ketinggian 10mm sampel 2

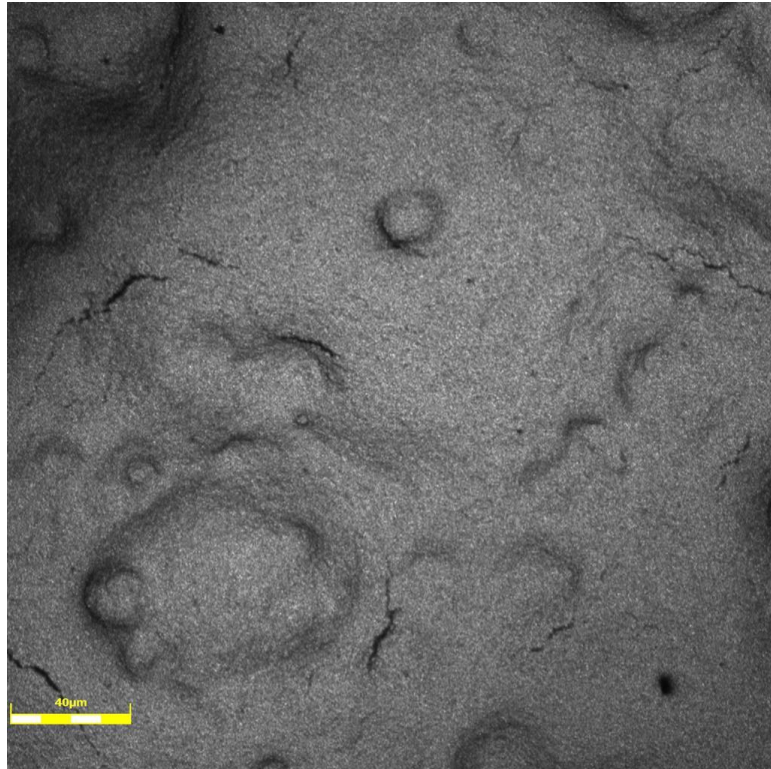
- d) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- e) Jarak tungsten dengan kaca : 10mm
- f) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.11 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*
- Tabel 4.8 Hasil Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 10mm

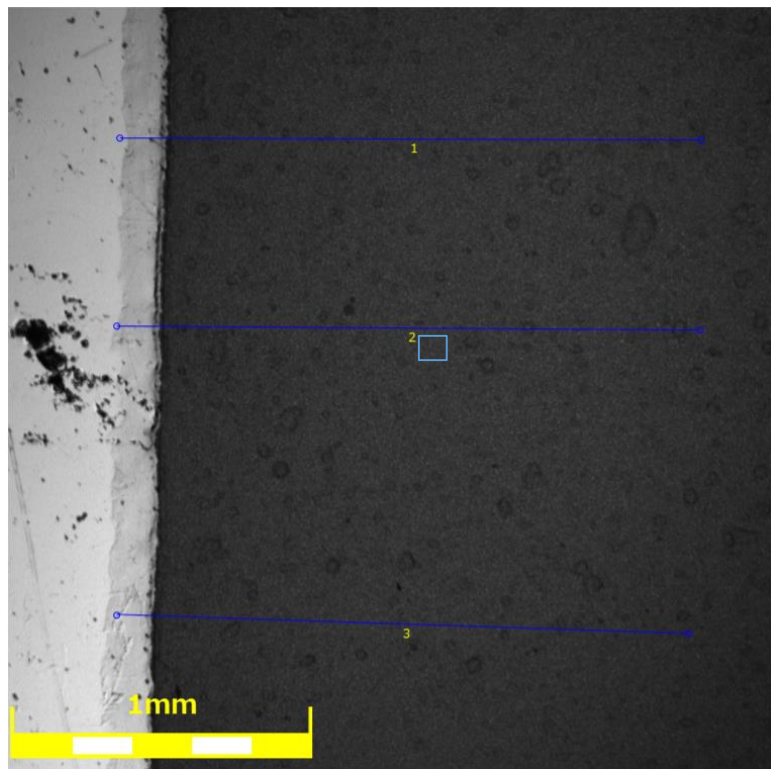
Isopropil Alkohol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{OH}$) sampel 2				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	24.127		8.212	
	14.467	18.437	8.688	8.535
	16.716		8.706	

3. Ketinggian 10mm sampel 3

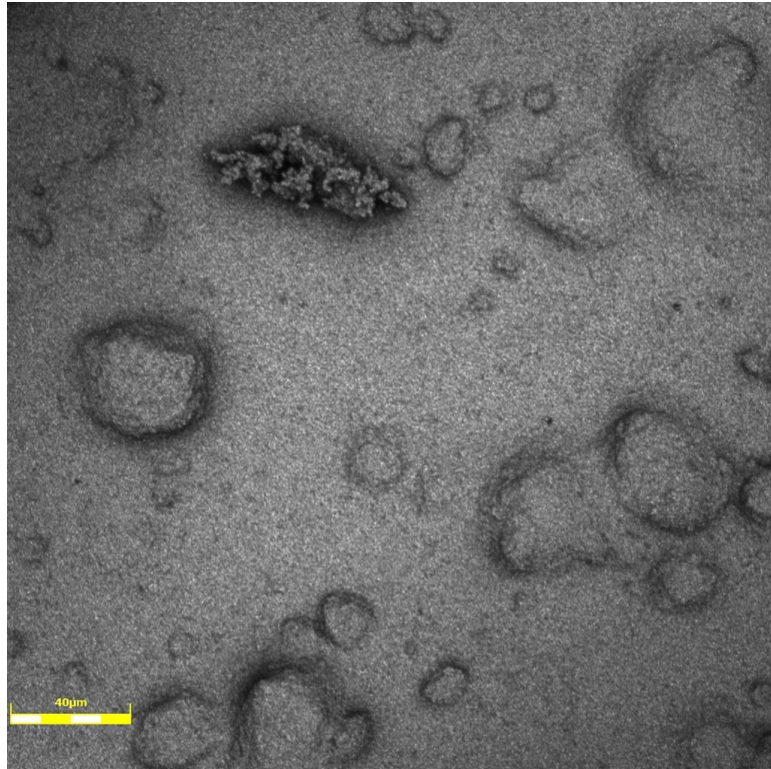
- g) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- h) Jarak tungsten dengan kaca : 10mm
- i) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.12 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.9 Hasil Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 10mm

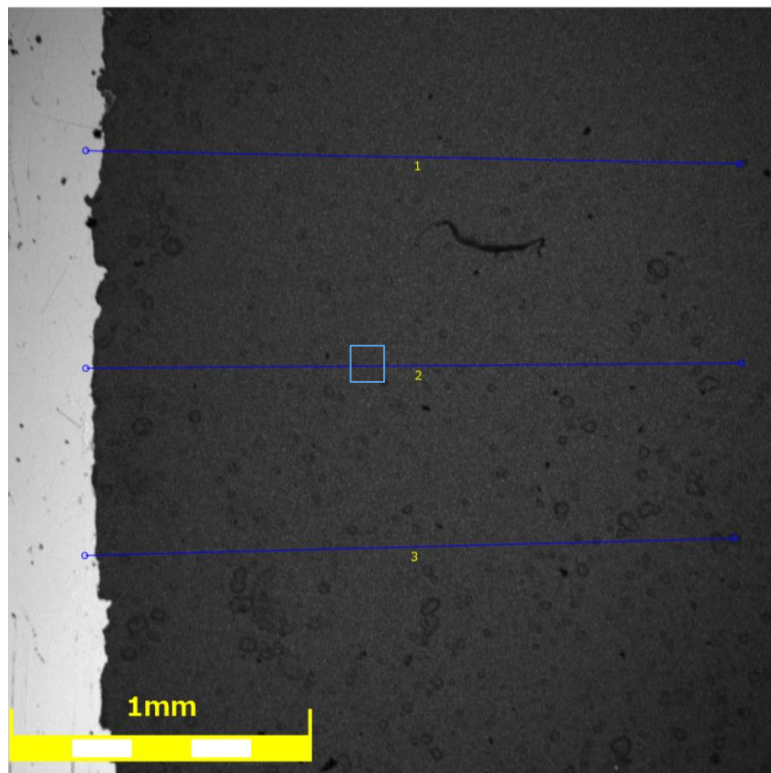
Isopropil Alkohol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{OH}$) sampel 3				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	15.826		4.32	
	17.049	15.681	3.684	4.054
	14.168		4.157	

2. ketinggian 24mm sampel 1

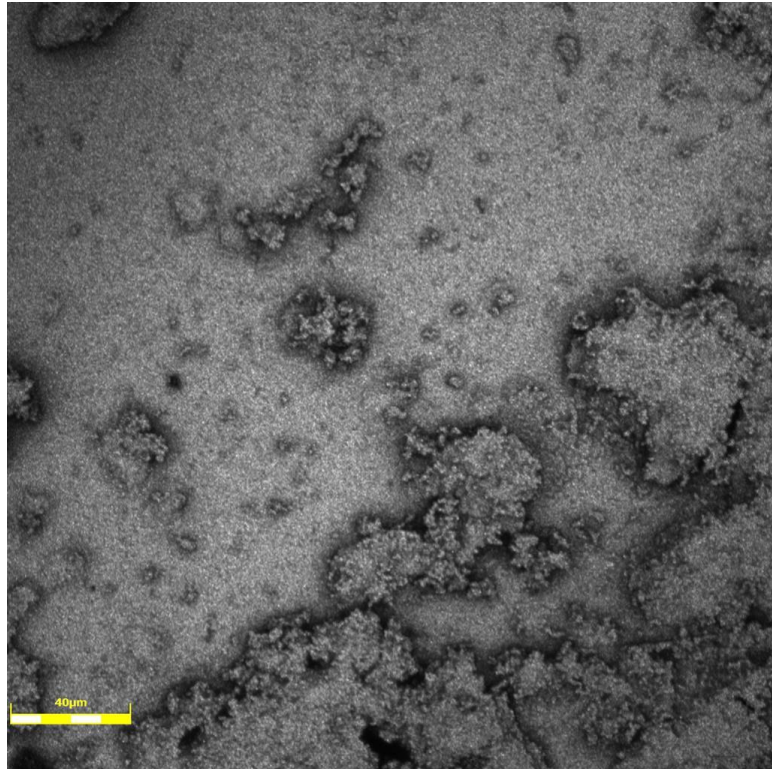
- j) Lama pengadukan campuran: 120 menit
- k) Jarak tungsten dengan kaca : 24 mm
- l) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.13 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.10 Hasil Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 24mm

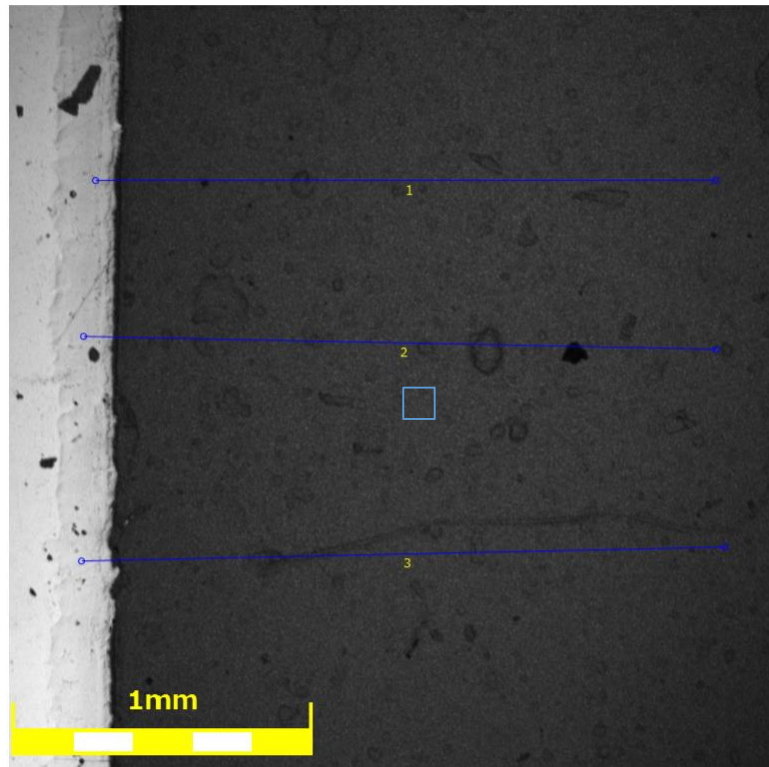
Isopropil Alkohol (C ₃ H ₈ OH) sampel 3				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	18.882		5.24	
	12.738	15.403	4.7	4.953
	14.591		4.92	

2. ketinggian 24mm sampel 2

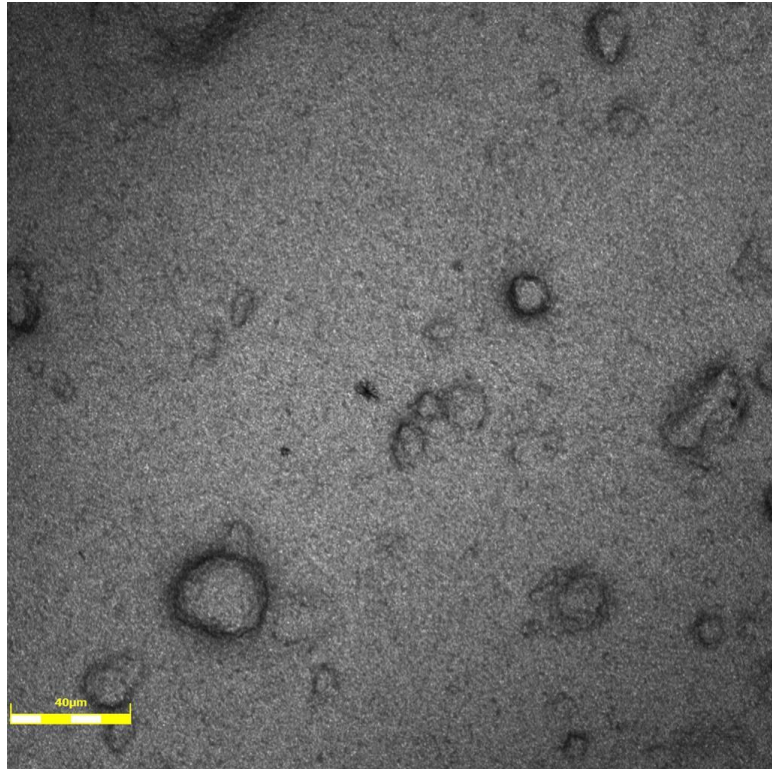
- m) Lama pengadukan campuran: 120 menit
- n) Jarak tungsten dengan kaca : 24 mm
- o) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.14 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.11 Hasil Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 24mm

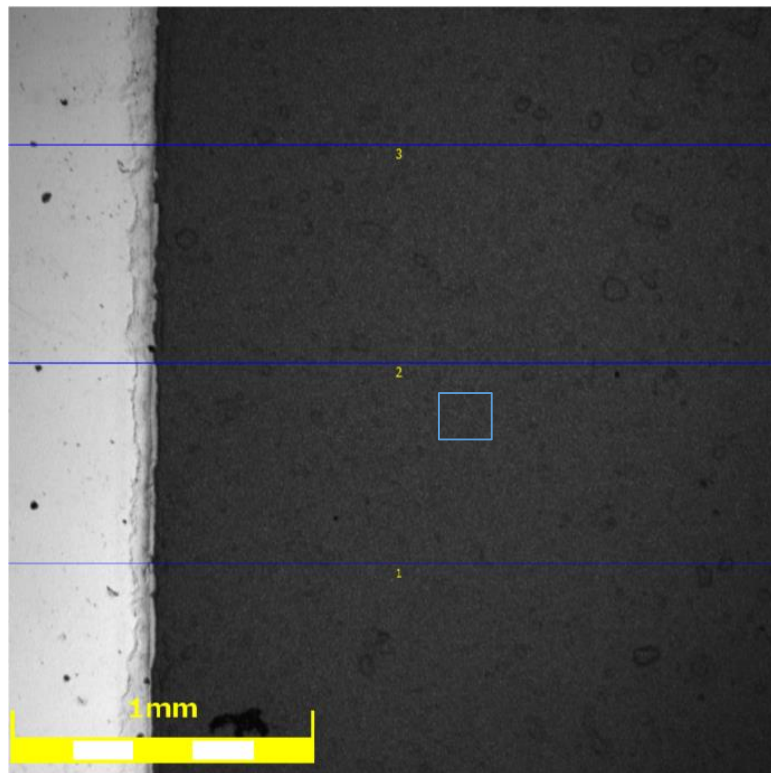
Isopropil Alkohol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{OH}$) sampel 2				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	23.469		4.635	
	18.535	18.999	5.033	4.635
	14.993		4.174	

2. ketinggian 24mm sampel 3

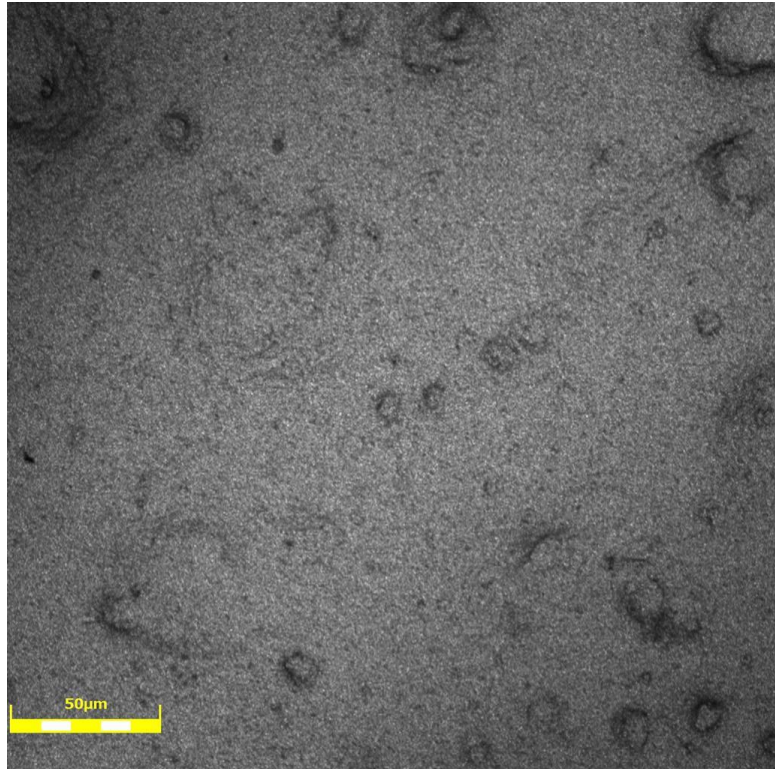
- p) Lama pengadukan campuran: 120 menit
- q) Jarak tungsten dengan kaca : 24 mm
- r) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

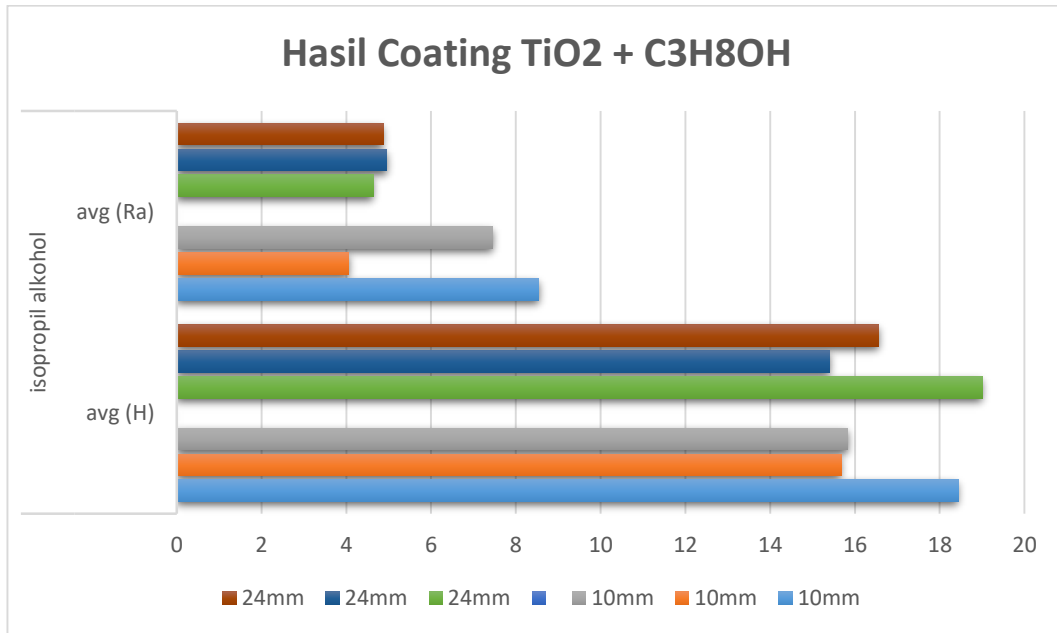
(b)

Gambar 4.15 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.12 Hasil Pelapisan TiO_2 + Isopropil Alkohol Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 24mm

Isopropil Alkohol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{OH}$) sampel 3				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	18.571		4.847	
	14.772	16.659	4.614	4.8733333
	16.634		5.159	



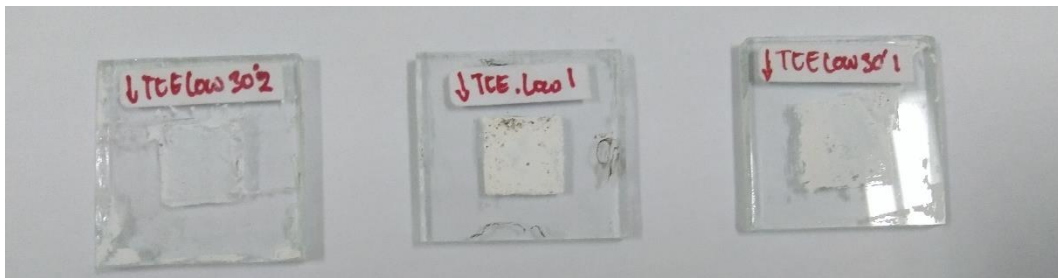
Gambar 4.16 Grafik Hasil Pelapisan TiO₂ + Isopropil Alkohol

Dari grafik hasil pelapisan percobaan menggunakan isopropyl alkohol sebagai pelarut organik dapat dilihat bahwa adanya pengaruh perbedaan jarak nyala plasma dan kaca substrak terhadap ketebalan dan kekasaran lapisan titanium dioksida. Terlihat dari penyalaan plasma dengan jarak 10mm yang dimana ketebalan mencapai 16.899 μm lebih tebal dibanding dengan penyalaan plasma dengan jarak 24mm yang menghasilkan ketebalan 16.648 μm. Untuk nilai kekasaran dari kedua sampel terdapat perbedaan yang signifikan dan dapat dilihat pada tabel hasil *coating* titanium dioksida dengan jarak 10mm diperoleh nilai kekasaran 6.680 yang berbeda jauh dengan jarak penyalaan 24mm sebesar 4.820. Dari hasil yang diperoleh, kedua sampel memiliki ketebalan yang diinginkan yaitu 12-17 μm. Namun, untuk nilai kekasaran sampel dengan jarak penyalaan 24mm melebihi keinginan yaitu di atas 5.

Untuk pengamatan secara *visual*, terlihat beberapa bitnik hitam di sampel 10mm yang artinya terdapat karbon berukuran mikro dan pori (bukit dan lembah) yang dihasilkan dari penyalaan plasma. Untuk sampel 24mm juga terdapat bitnik karbon berukuran mikro dan pori. Tetapi jika dilihat lebih dekat, mikro karbon juga menempel pada pori (bukit).

IV.3. Hasil Proses Pelapisan (*Coating*) Dengan Karbon Tetraklorida

Percobaan pertama dilakukan dengan campuran TiO_2 ditambah quads, dengan menggunakan cetakan stiker *cutting* hitam. Yang berfokus pada variasi ketinggian yaitu low dan medium dan pelarut Karbon Tetraklorida (CCL_4) dengan waktu penyalaan plasma selama 120 detik. Hasil dari pelapisan dapat dilihat pada gambar berikut :



(a)



(b)

Gambar 4.17 Hasil Pelapisan TiO_2 Dengan Pelarut Organik Karbon Tetraklorida:

(a) Jarak Penyalaan 10mm dan (b) Jarak Penyalaan 24mm

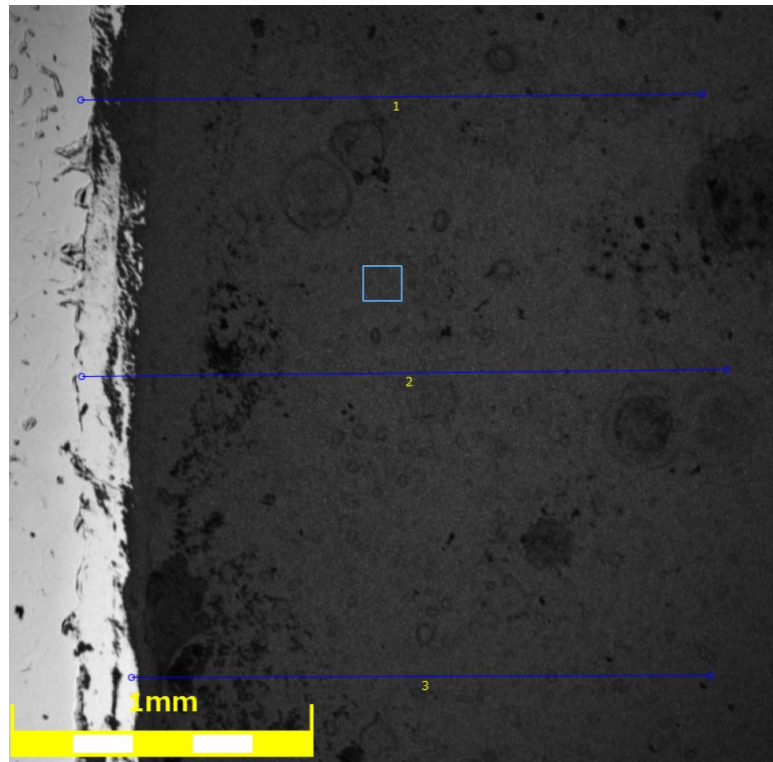
Setelah melakukan pelapisan (*coating*) pada kaca substrak, maka dilakukan uji karakteristik di Laboratorium Metalurgi Fisik. Pengujian dilakukan pada hanya beberapa sample. Sample dipilih untuk diuji adalah sample yang ketika dilihat dengan kasat mata memiliki lapisan yang paling tipis dan halus. Berikut adalah hasil pengujian karakteristik lapisan.

1. Ketinggian 10mm sampel 1

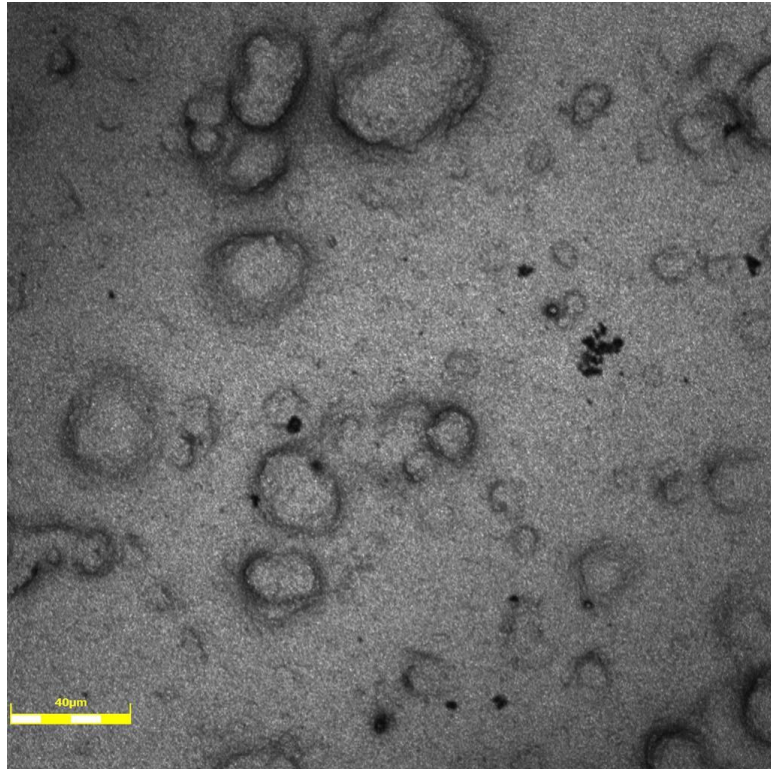
- j) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- k) Jarak tungsten dengan kaca : 10 mm
- l) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.18 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.13 Hasil Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 10mm

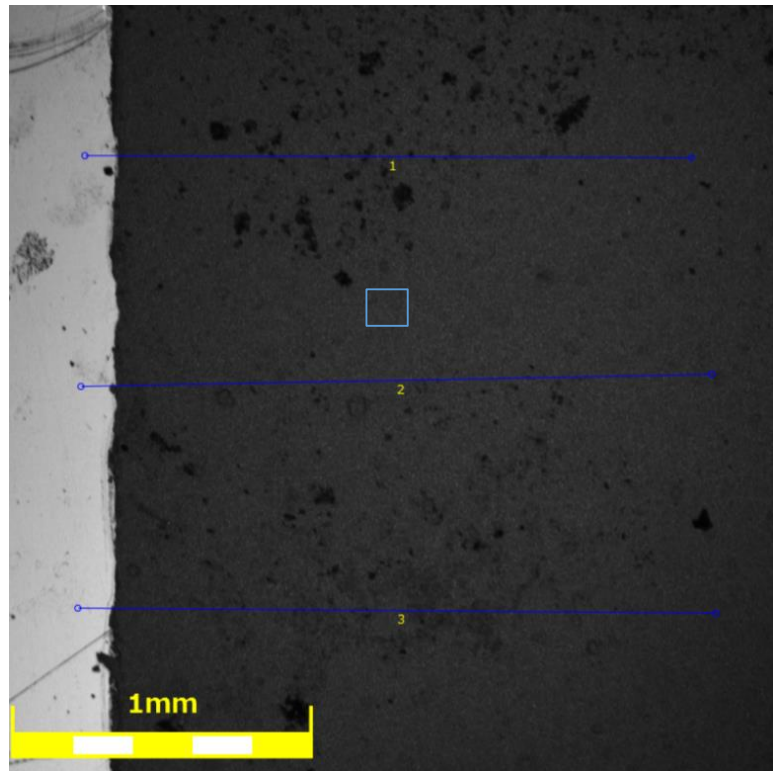
Karbon Tetraklorida (CCL4) sampel 1				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	28.915		6.33	
	27.27	22.554	5.239	5.598
	11.478		5.226	

2. Ketinggian 10mm sampel 2

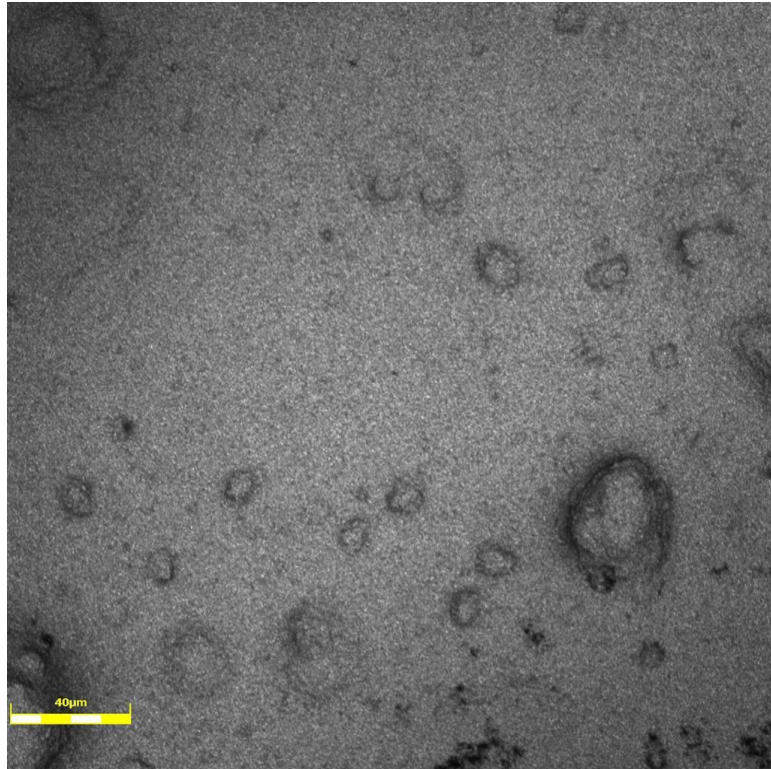
- m) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- n) Jarak tungsten dengan kaca : 10 mm
- o) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(b)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.19 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*
Tabel 4.14 Hasil Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida
Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 10mm

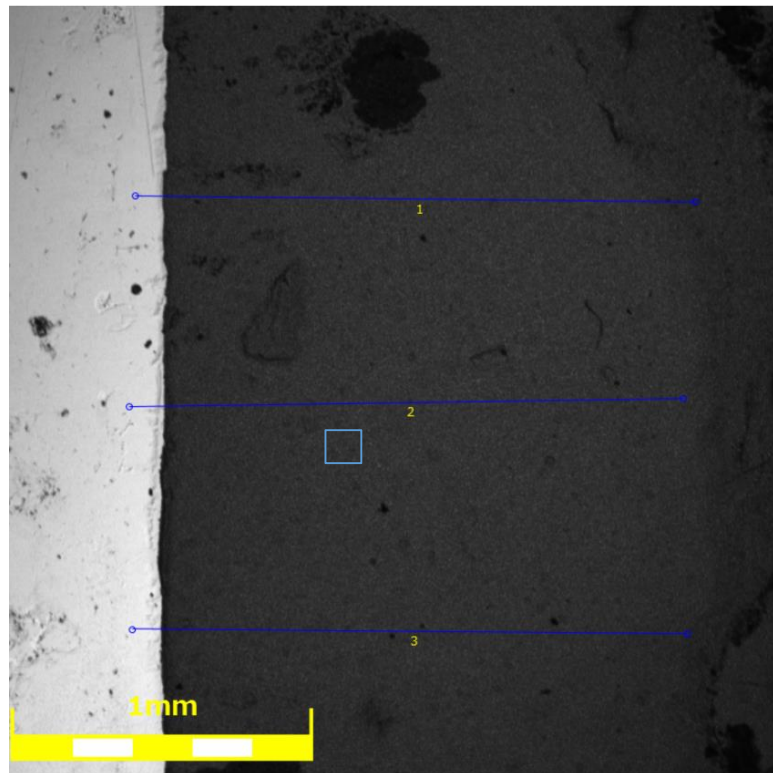
Karbon Tetraklorida (CCL_4) sampel 2				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	19.984		4.088	
	18.664	20.106	3.741	4.046
	21.669		4.31	

3. Ketinggian 10mm sampel 3

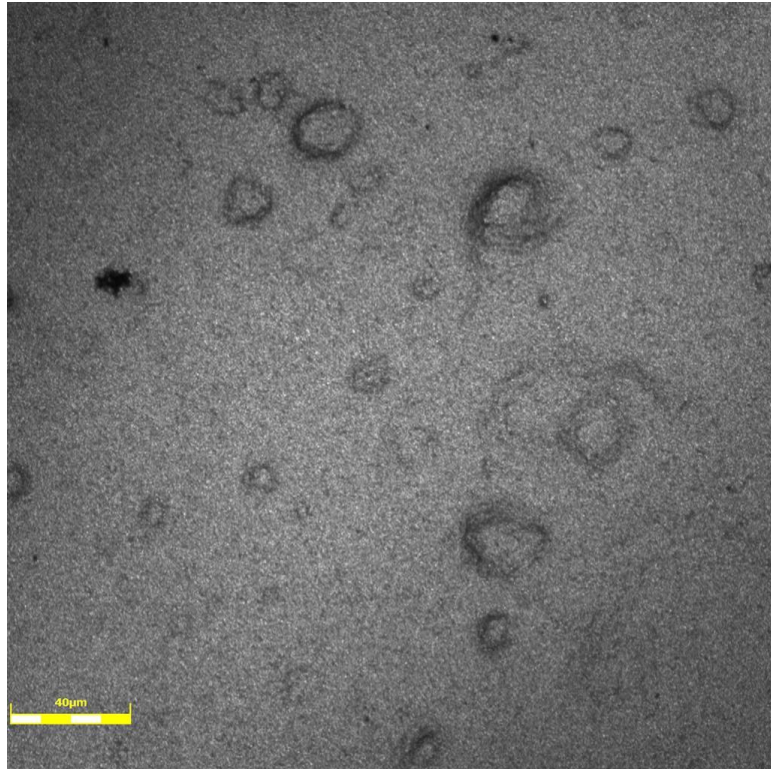
- p) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- q) Jarak tungsten dengan kaca : 10 mm
- r) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.20 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.15 Hasil Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 10mm

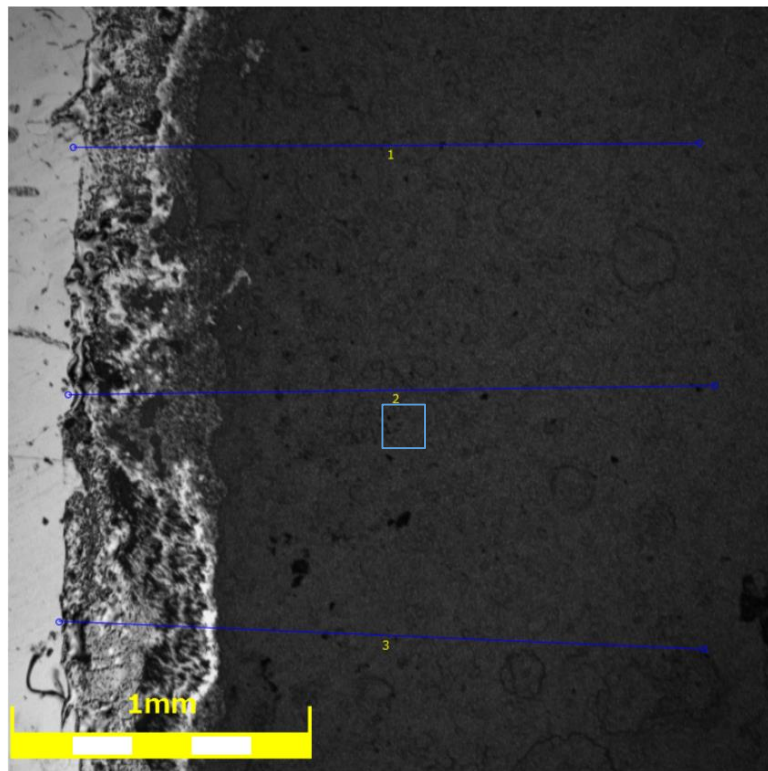
Karbon Tetraklorida (CCL_4) sampel 3				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
10mm	57.915		4.183	
	52.68	55.539	4.099	4.257
	56.021		4.489	

4. ketinggian 24 mm sampel 1

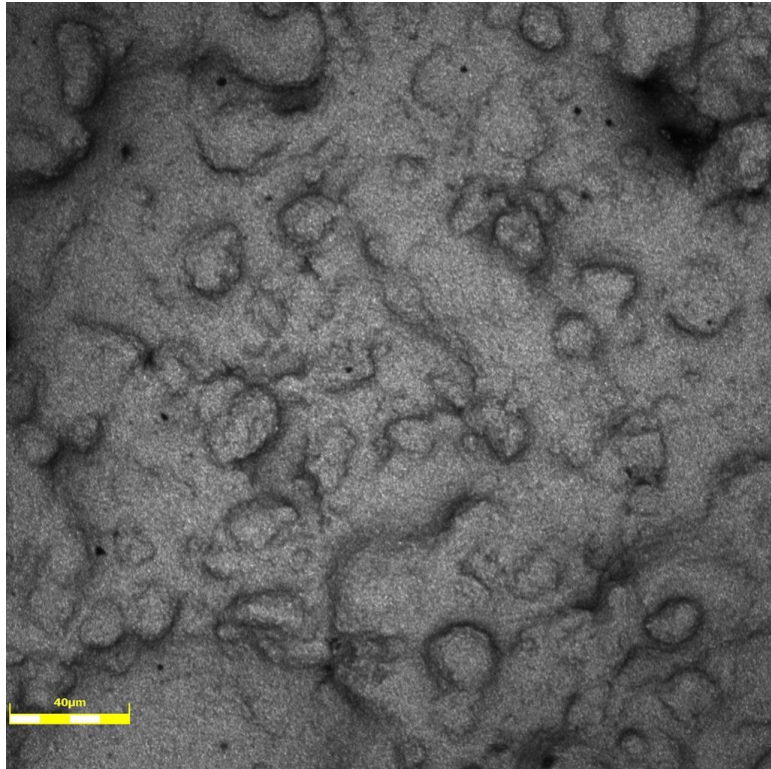
- s) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- t) Jarak tungsten dengan kaca : 24 mm
- u) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.21 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.15 Hasil Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida Sampel 1 Ketinggian Penyalaan 24mm

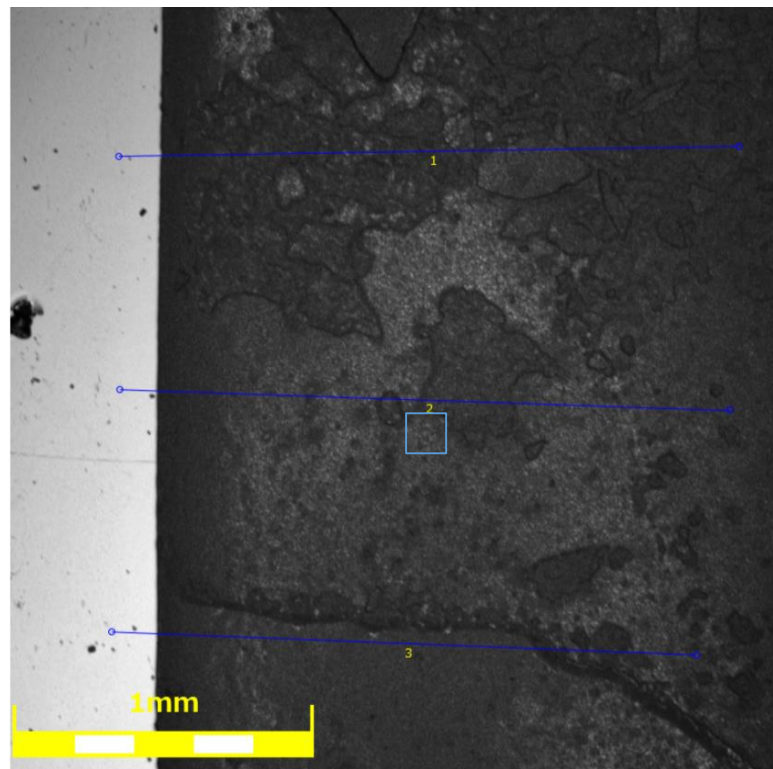
Karbon Tetraklorida (CCL4) sampel 1				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	15.576		5.476	
	29.553	21.569		6.069
	19.577		6.93	

2. ketinggian 24 mm sampel

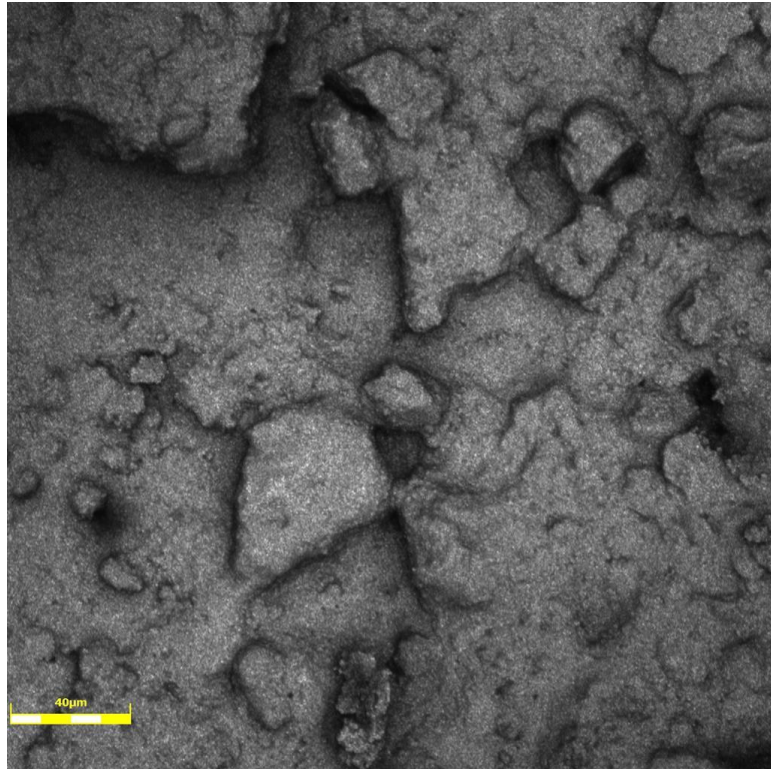
- v) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- w) Jarak tungsten dengan kaca : 24 mm
- x) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

(b)

Gambar 4.22 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.16 Hasil Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida Sampel 2 Ketinggian Penyalaan 24mm

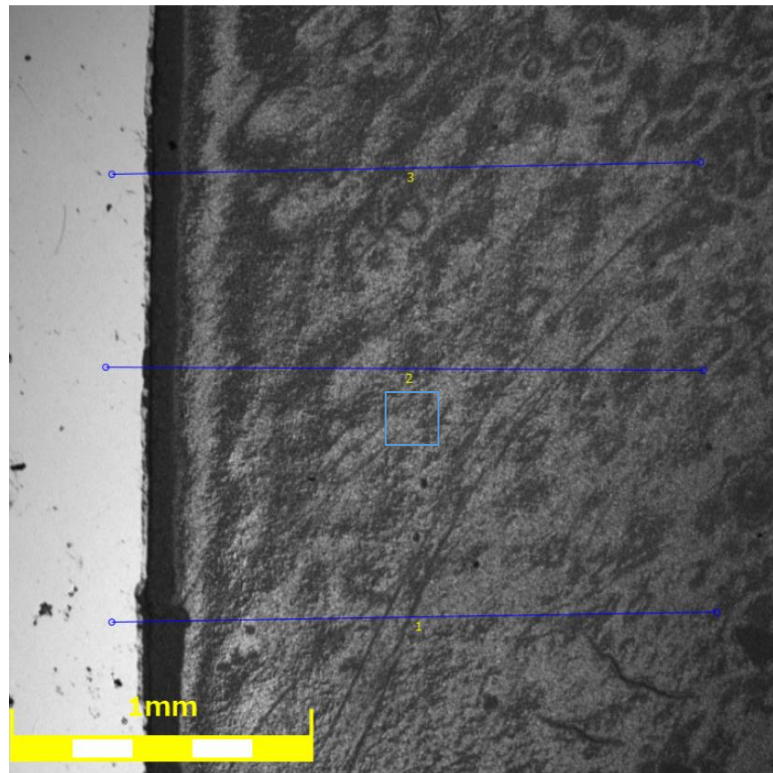
Karbon Tetraklorida (CCL_4) sampel 2				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	21.428		7.433	
	20.202	19.362	6.387	7.225
	16.455		7.855	

2. ketinggian 24 mm sampel

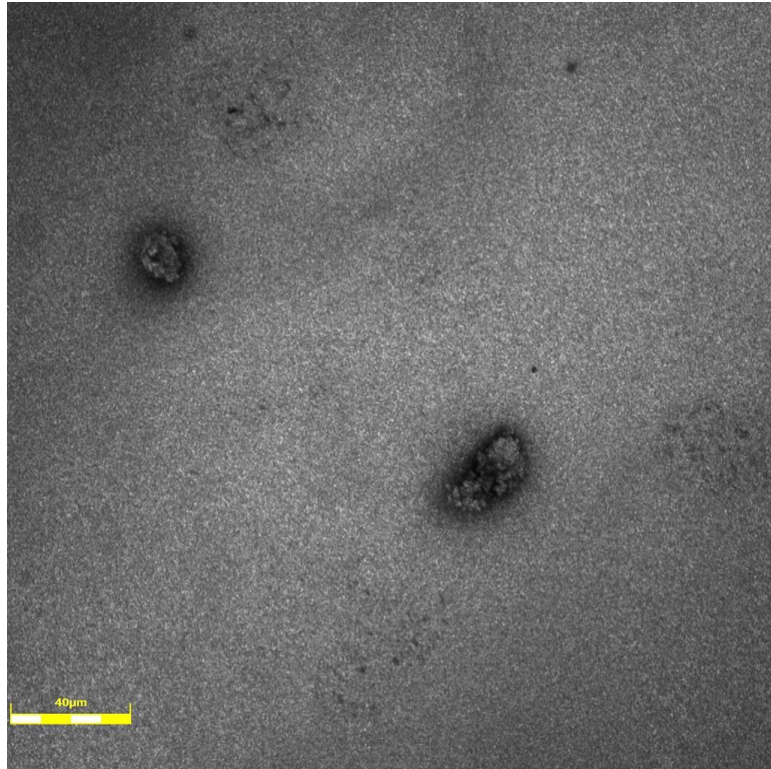
- y) Lama pengadukan campuran : 120 menit
- z) Jarak tungsten dengan kaca : 24 mm
- aa) Daya : 180 Volt


Setelah pengangkatan kaca dari reactor yang telah diplasma, tidak ada perlakuan lagi setelah itu. Hanya menunggu hingga cairan titanium dioksida (TiO_2) yang menempel mengering.

- Foto permukaan



(a)



 = 40 μm

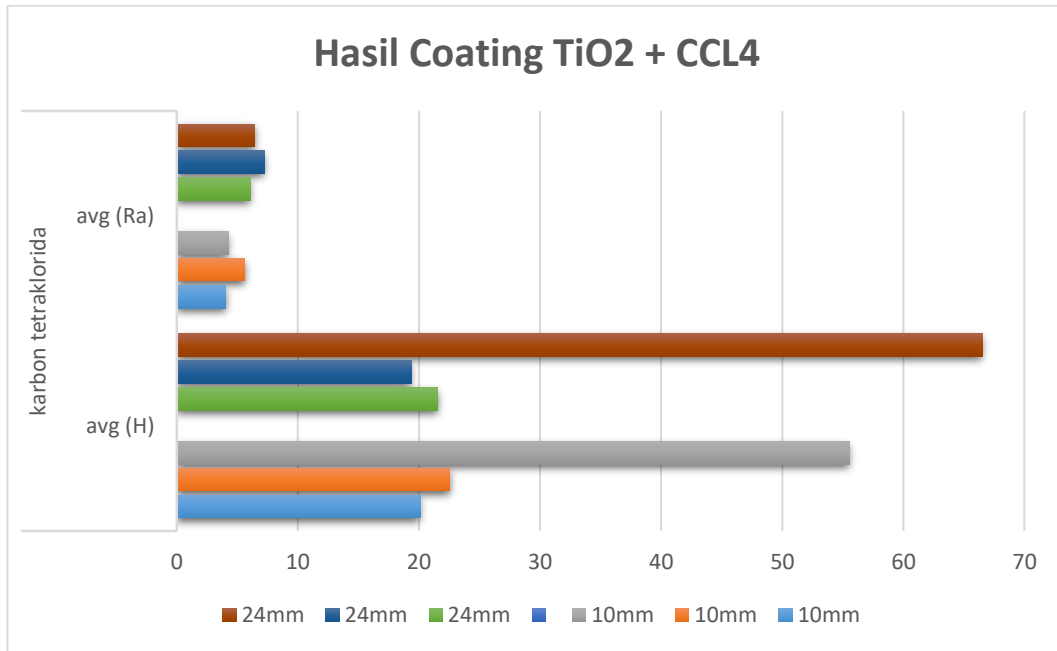
(b)

Gambar 4.23 Hasil Foto Permukaan Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida: (a) Perbesaran 62.5X dan (b) Perbesaran 500X

- Nilai kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan *coating*

Tabel 4.17 Hasil Pelapisan TiO_2 + Karbon Tetraklorida Sampel 3 Ketinggian Penyalaan 24mm

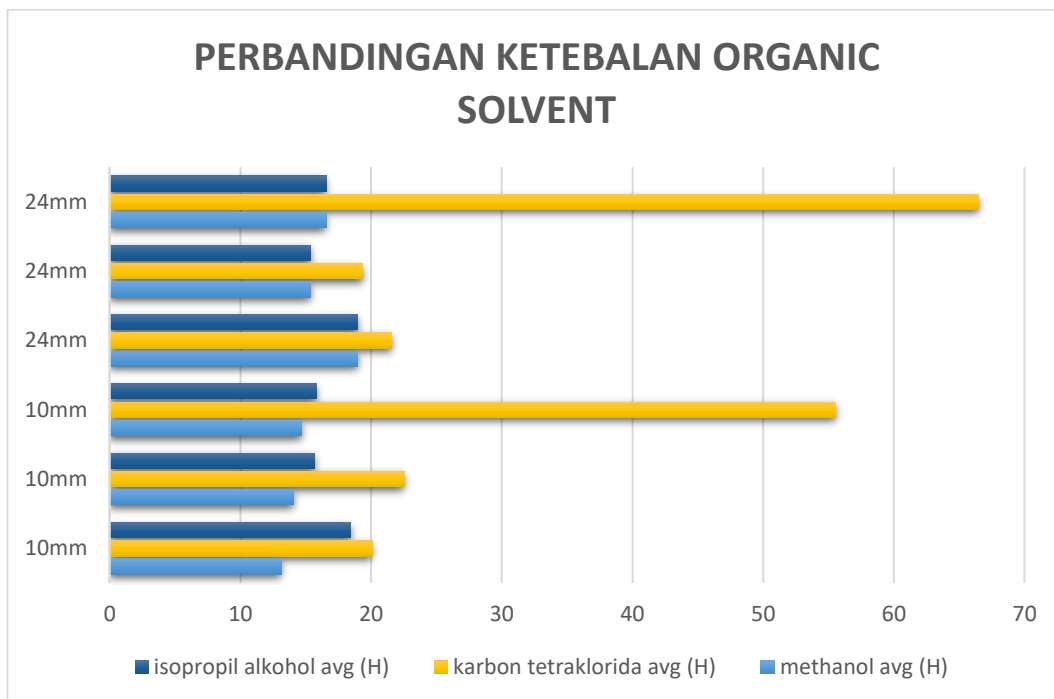
Karbon Tetraklorida (CCL_4) sampel 3				
	Heigh (H)	avg (H)	Rough (Ra)	avg (Ra)
24mm	60.068		7.544	
	68.522	66.508	5.369	6.459
	70.935		6.465	



Gambar 4.24 Grafik Hasil Pelapisan TiO₂ + Karbon Tetraklorida

Dari grafik hasil pelapisan percobaan menggunakan karbon tetraklorida sebagai pelarut organik dapat dilihat bahwa adanya pengaruh perbedaan jarak nyala plasma dan kaca substrak terhadap ketebalan dan kekasaran lapisan titanium dioksida. Terlihat dari penyalaan plasma dengan jarak 10mm yang dimana ketebalan mencapai 32.773 μm lebih tipis dibanding dengan penyalaan plasma dengan jarak 24mm yang menghasilkan ketebalan 35.813 μm . dan dapat dilihat pada table hasil *coating* titanium dioksida dengan jarak 10mm memperoleh nilai kekasaran sebesar 6.633 yang lebih rendah dibanding dengan jarak penyalaan 24mm sebesar 6.584. dari hasil yang diperoleh, kedua sampel melebihi ketebalan yang diinginkan yaitu 12-17 μm . begitu juga untuk nilai kekasaran kedua sampel melebihi 5.

Untuk pengamatan secara *visual*, pada kedua sampel terlihat beberapa bitnik mikro karbon dan pori (bukit dan lembah).

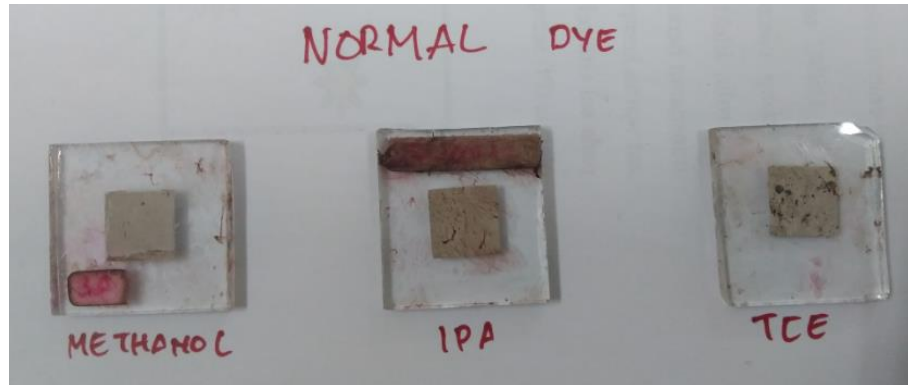


Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Hasil Pelapisan TiO₂ Untuk Setiap Pelarut Organik dan Perbedaan Ketinggian Penyalaan

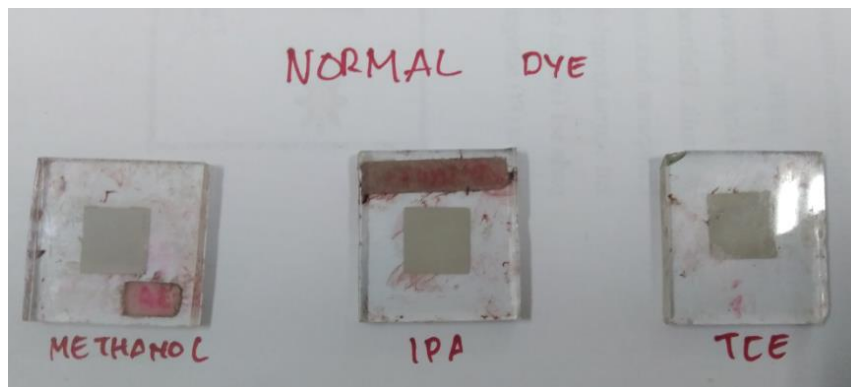
Dari grafik hasil pelapisan percobaan menggunakan variasi pelarut organik, ketebalan lapisan *coating* titanium dioksida bertambah secara bertahap mulai dari larutan titanium dioksida dan methanol (CH₃OH) yang paling tipis yaitu mulai dari 13.443 μm, ketebalan lapisan meningkat pada larutan titanium dioksida dan isopropyl alcohol (C₃H₈OH) yaitu 15.403 μm dan ketebalan lapisan paling tebal pada larutan titanium dioksida dan karbon tetraklorida (CCL₄) yaitu 22.554 μm (24mm). larutan titanium dioksida dan ethanol (C₂H₅OH) sebagai referensi tolak ukur ketebalan yaitu 15.903 lebih tipis dibanding larutan titanium dioksida dan karbon tetraklorida. Dan larutan methanol dan isopropyl alcohol memiliki nilai ketebalan yang sedikit lebih rendah dibanding dengan referensi ketebalan larutan ethanol.

IV.4 Hasil Proses Pewarnaan

Percobaan pertama dilakukan dengan campuran bubuk akar beet ditambah aquades 70°C lalu disaring dan melakukan perendaman hasil *coating* selama 3x24 jam, dan hasil pewarnaan dapat dilihat pada gambar di bawah:



(a)



(b)

Gambar 4.26 Hasil Pewarnaan Tanpa Perlakuan: (a) Tampak Atas dan (b) Tampak Bawah

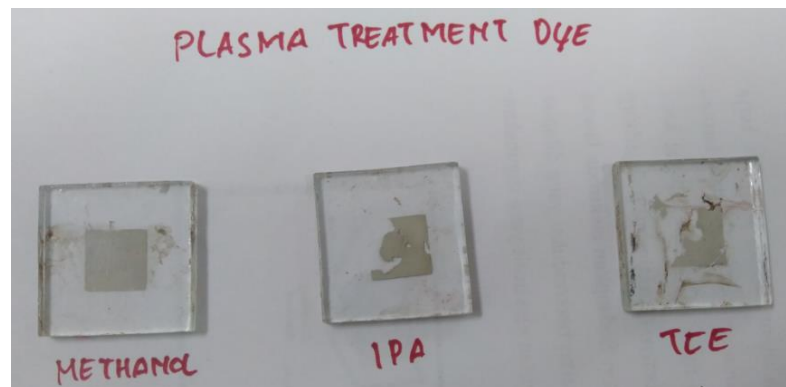
Setelah melakukan pewarnaan (*Dyeing*) pada lapisan TiO_2 , maka dilakukan pengamatan visual terhadap warna yang terserap ke lapisan TiO_2 .

Percobaan kedua dilakukan dengan campuran bubuk akar beet ditambah aquades 70°C lalu disaring, kemudian ditambahkan methanol untuk selanjutnya

dilakukan proses pewarnaan menggunakan metode plasma layaknya melakukan proses *coating* selama 120 detik dengan ketinggian penyalaan 10mm. Dan selanjutnya DSSC direndam lagi dengan campuran bubuk akar beet ditambah aquades 70°C yang telah disaring. Hasil pewarnaan dapat dilihat pada gambar di bawah:



(a)



(b)

Gambar 4.27 Hasil Pewarnaan Dengan Perlakuan Plasma: (a) Tampak Atas dan (b) Tampak Bawah

Setelah melakukan pewarnaan (*Dyeing*) pada lapisan TiO_2 maka dilakukan pengamatan *visual* terhadap warna yang terserap ke lapisan TiO_2 .

Dari pengamatan secara *visual* warna yang terserap adalah warna merah muda kecoklatan. Perbandingan terlihat pada perbedaan warna terhadap kedua proses pewarnaan, warna dari proses pewarnaan tanpa perlakuan plasma cenderung lebih tua dibanding dengan perlakuan plasma. Untuk pewarnaan dengan perlakuan plasma terjadi pengelupasan atau hilangnya sebagian lapisan TiO₂, hal ini terjadi akibat gelembung yang berisi OH reaktif yang bersifat destruktif terhadap lapisan TiO₂.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari tugas akhir yang berjudul “ Analisis Struktur Lapisan Semikonduktor TiO₂ Menggunakan Variasi Pelarut Organik Dengan Metode Plasma ” adalah:

1. Berdasarkan pengamatan dari hasil *coating* pada permukaan kaca yang diuji di laboratorium material dengan foto perbesaran 500X menggunakan mikroskop laser, terhadap variasi pelarut organik (Methanol, IPA, TCE). Hasil *coating* memiliki tampak beragam yaitu memiliki permukaan halus untuk *coating* dengan pelarut organik methanol. Permukaan berpori (bukit dan lembah) yang cukup banyak dan beberapa titik mikro karbon untuk *coating* dengan pelarut organik Isopropil alcohol. Dan, permukaan berkontur kasar, banyak pori (bukit dan lembah) yang bersusun, kumpulan bercak mikro karbon yang menempel dibagian pori dan Kristal TiO₂. jumlah mikro karbon dan pori-pori yang beragam untuk setiap campuran titanium dioksida dan pelarut organik, hal ini disebabkan dari karakter pelarut organik yang digunakan (kadar karbon dan hydrogen).
2. Berdasarkan pengamatan dari hasil *coating* pada permukaan kaca yang diuji di laboratorium material dengan foto perbesaran 500X menggunakan mikroskop laser, terhadap variasi jarak antara penyalaan plasma dan permukaan kaca. Hasil *coating* pada ketinggian 10 mm memiliki ketebalan lapisan sedikit lebih tebal dibanding hasil *coating* pada ketinggian 24 mm. Hasil *coating* pada ketinggian 10 mm memiliki nilai kekasaran yang sedikit lebih rendah dibanding hasil *coating* pada ketinggian 24 mm.
3. Berdasarkan pengamatan dari hasil pewarnaan pada hasil *coating* TiO₂ pada permukaan kaca menggunakan pengamatan *visual*. Hasil pewarnaan tanpa perlakuan plasma menyerap lebih banyak warna dibanding dengan perlakuan plasma. Untuk hasil pewarnaan dengan perlakuan plasma, lapisan TiO₂ pada permukaan kaca terkikis oleh gelembung yang bersifat destruktif

dan terkelupas untuk lapisan TiO₂ yang menggunakan pelarut organik isopropyl alcohol dan karbon tetraklorida.

5.2 Saran

1. Selalu memperhatikan kebersihan reactor sebelum melakukan pelapisan dengan metode plasma.
2. Selalu memperhatikan kemurnian pelarut organik, air destilasi dan bubuk TiO₂ sebelum mencampur semua bahan.
3. Untuk penelitian selanjutnya dianjurkan untuk menggunakan pengujian XRD, SEM, Photo Chromatography dan pengujian daya yang dihasilkan oleh DSSC.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hayat *et al.*, “Dye-sensitized solar cells based on axially ligated phosphorus-phthalocyanine dyes,” *Appl. Phys. Express*, vol. 8, no. 4, pp. 1–5, 2015.
- Ade Ryane, dkk. 2014. “Penggunaan Teknologi Plasma Dalam Mengurangi Kandungan BOD dan Warna pada Limbah Cair Industri Minuman Ringan”. Jurusan Teknik Lingkungan dan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- D. Mustikasari, A. Supriyanto, and R. Suryana, Karakteristik Lapisan TiO₂ Metode *Spray* dalam Dye-Sensitized Solar Cell, *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 01, no. 02, 2013, pp. 105-111.
- F. C. Krebs, Fabrication and processing of polymer solar cells: A review of printing and coating techniques, *Solar Energy Materials & Solar Cells* 93, 394 (2009)
- Febrian, Andreas, Arief, R., Edwin, K., Gita, L., Intan, S.H.H.Z, Isnina, E.H., Mega, P., dan Rangga, M.J. 2011. *Microwave Oven*, (online), (<http://scele.cs.ui.ac.id> diakses 02 November 2018).
- G. Lin, J. Chen, W. Tseng, and F. Lu, “Formation of Anatase TiO₂ coatings by plasma electrolytic oxidation for photocatalytic applications,” *Surf. Coat. Technol.*, 2018.
- Gratzel, M. 2001, “*Photoelectrochemical Cells*”. *Nature* 414: h. 338-344.
- Gratzel, M., 2003. Dye-sensitized Solar Cell. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, Volume IV, pp. 145-153.
- H. Cui, H-S. Shen, Y-M. Gao, K. Dwight, and A. Wold, Photocatalytic Properties of Titanium (IV) Oxide Thin Films Prepared by Spin Coating and Spray Pyrolysis. *Materials Research Bulletin*, vol. 28, 1993, 195-201.
- H. Nagasawa, J. Xu, M. Kanezashi, and T. Tsuru, “Atmospheric-pressure plasma-enhanced chemical vapor deposition of UV-shielding TiO₂ coatings on transparent plastics,” *Mater. Lett.*, vol. 228, pp. 479–481, 2018.
- Konuma. (1992). *Film Deposition by Plasma Techniques*. USA: Springer-Verlag.

- N. A. Karim, U. Mehmood, H. F. Zahid, and T. Asif, "Nanostructured photoanode and counter electrode materials for efficient Dye-Sensitized Solar Cells (DSSCs)," *Sol. Energy*, vol. 185, no. March, pp. 165–188, 2019.
- N. Amaliyah, S. Mukasa, S. Nomura, and H. Toyota, "Plasma In-liquid Method for Reduction of Zinc Oxide in Zinc Nanoparticle Synthesis," *Mater. Res. Express*, vol. 2, no. 2, 2015.
- Nur, Muhammad. 2011. "Fisika Plasma dan Aplikasinya". Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nurdin, M.F. 2016. Perancangan Teknologi Sederhana Untuk Membangkitkan Microwave Plasma Dalam Cairan. Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
- Potter F. dan Christopher. 2010. Fisika Modern Di Sekitar Kita. P.T. Indeks Jakarta
- Putra, A.E.E. 2013. Produksi Hidrogen Melalui Dekomposisi *Metana* Dengan *High Frequency Plasma*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Rahman, T., Fadhlulloh, M.A., Nandiyanto, A.B.D., dan Mudzakir, A. 2014. Sintesi Titanium Dioksida Nanopartikel. Program Studi Kimia, Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.
- R. Nuryadi, Efek Adsorpsi Dye ke dalam Lapisan TiO₂ dengan Metode Elektroforesis: DSSC Berbasis Lapisan TiO₂ Terbuat dengan Metode Slip Casting dan Metode Elektroforesis. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, vol.8, no.1, 2011, pp. 35-40.
- S. Umale, V. Sudhakar, S. M. Sontakke, K. Krishnamoorthy, and A. B. Pandit, "Improved Efficiency of DSSC using Combustion Synthesized TiO₂," *Mater. Res. Bull.*, 2018.
- Surya, Y. 2010. *Oven Microwave*, (online), (<http://soerya.surabaya.go.id>, diakses tanggal 01 November 2018).
- Sutanto, H., Subagio, A., Supriyanto, E., Arifin, P., Budiman, M., Sukirno, dan Barmawi, M. 2005. Pengaruh Laju Alir Gas Nitrogen Terhadap Intensitas

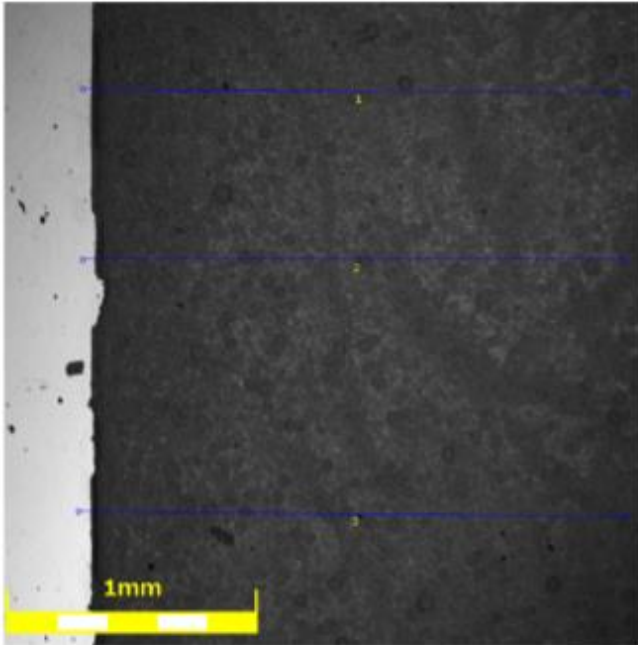
Emisi Optik Plasma Nitrogen Yang Dibangkitkan Oleh Gelombang Mikro 2,45 Ghz Dengan Metoda *Optical Emission Spectroscopy*. Vol. 7: 22-28. ISSN 1411-1349.

Tang, Zheng. 2010. Studies of Inverted Organic Solar Cells Fabricated by Doctor Blading Technique. Department of Physics, Chemistry and Biology. Linköping University.

Yang Jiao, dkk, 2012, “*Dye Sensitized Solar Cells Principles and New Design*“, Beijing National Laboratory for Condensed Matter Physics and Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing China.

Y. Liu, Y. Lu, Y. Zeng, C. Liao, J. Chung, and T. Wei, Nanostructured Mesoporous Titanium Dioxide Thin Film Prepared by Sol-Gel Method for Dye-Sensitized Solar Cell. *International Journal of Photoenergy*, 2011, pp. 1-9.

Report Title



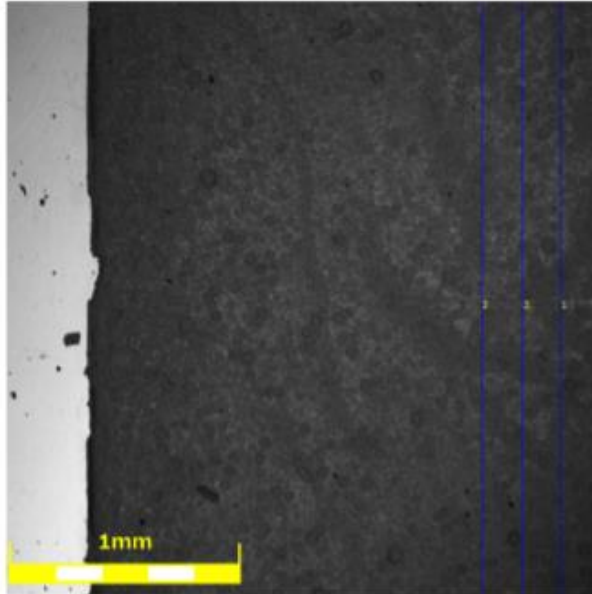
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_122554
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	17.171	2171.874	2171.942	0.453	190729_122554
<input checked="" type="checkbox"/>	2	11.334	2155.129	2155.159	0.301	190729_122554
<input checked="" type="checkbox"/>	3	15.548	2178.575	2178.630	0.409	190729_122554
Count		3	3	3	3	3
Average		14.684	2168.526	2168.577	0.388	-
Min.		11.334	2155.129	2155.159	0.301	-
Max.		17.171	2178.575	2178.630	0.453	-
Range		5.836	23.446	23.471	0.152	-
σ		3.013	12.076	12.092	0.078	-
3σ		9.038	36.228	36.276	0.234	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



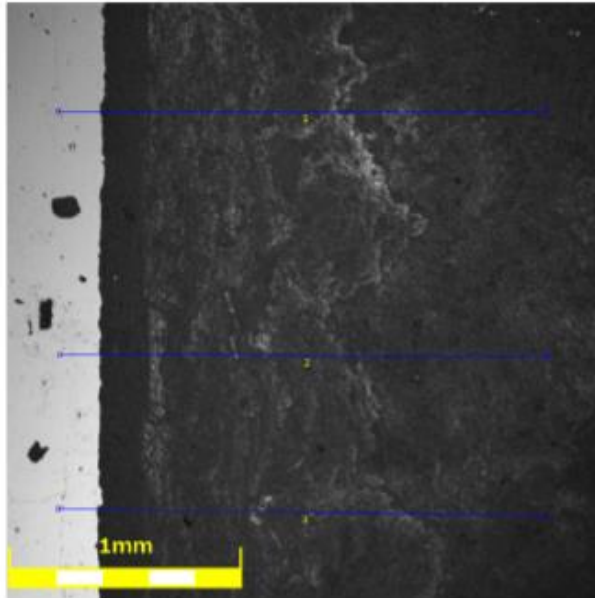
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR
 USER

190729_122554
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzjs	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	17.8	17.6	35.5	21.5	41.4	4.770	6.08	0.06	3.31	77.2	99.7	9.91	100.	31.9	800.	-	-	190
<input checked="" type="checkbox"/>	2	18.0	16.6	34.7	18.3	40.5	4.167	5.30	-0.04	3.38	72.0	87.2	8.68	100.	29.9	800.	-	-	190
<input checked="" type="checkbox"/>	3	16.6	14.1	30.8	15.9	32.3	3.757	4.80	0.17	3.52	72.0	81.0	7.87	100.	24.9	800.	-	-	190
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average		17.5	16.1	33.7	18.5	38.1	4.231	5.39	0.06	3.40	73.7	89.3	8.82	100.	28.9	-	-	-	-
Min.		16.6	14.1	30.8	15.9	32.3	3.757	4.80	-0.04	3.31	72.0	81.0	7.87	100.	24.9	-	-	-	-
Max.		18.0	17.6	35.5	21.5	41.4	4.770	6.08	0.17	3.52	77.2	99.7	9.91	100.	31.9	-	-	-	-
Range		1.39	3.50	4.68	5.62	9.05	1.013	1.28	0.22	0.20	5.20	18.7	2.03	0.00	7.06	-	-	-	-
σ		0.75	1.81	2.51	2.82	4.99	0.510	0.64	0.11	0.10	2.99	9.55	1.02	0.00	3.63	-	-	-	-
3σ		2.25	5.42	7.55	8.46	14.9	1.529	1.93	0.33	0.32	8.97	28.6	3.07	0.00	10.9	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Report Title



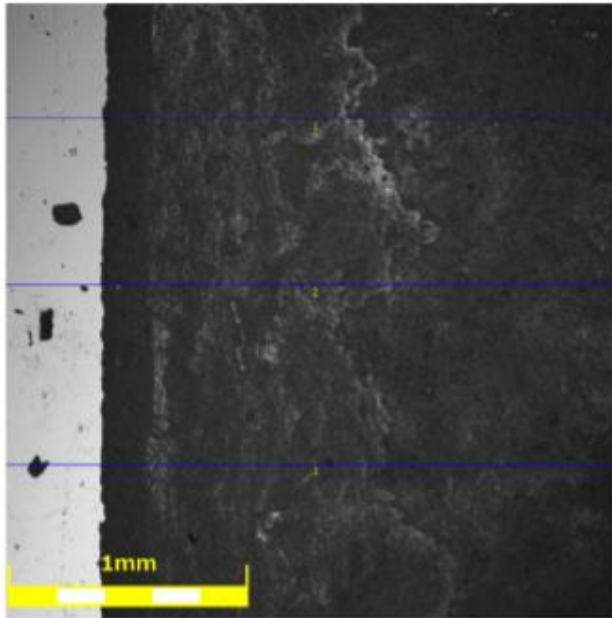
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR
 USER

191024_111604
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	7.315	2098.415	2098.428	0.200	191024_111604
<input checked="" type="checkbox"/>	2	7.017	2091.767	2091.779	0.192	191024_111604
<input checked="" type="checkbox"/>	3	9.589	2091.960	2091.982	0.263	191024_111604
Count		3	3	3	3	3
Average		7.974	2094.048	2094.063	0.218	-
Min.		7.017	2091.767	2091.779	0.192	-
Max.		9.589	2098.415	2098.428	0.263	-
Range		2.572	6.648	6.649	0.070	-
σ		1.407	3.784	3.781	0.039	-
3σ		4.220	11.351	11.344	0.116	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



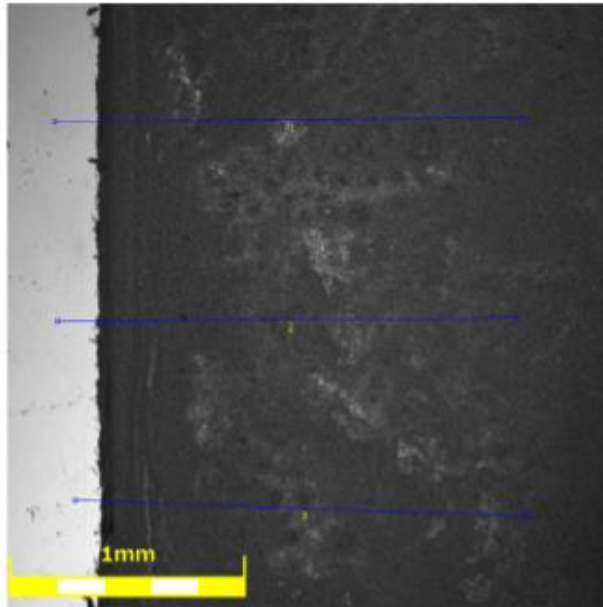
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_111604
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μ]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzjis	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File n
<input checked="" type="checkbox"/>	1	18.4	19.1	37.5	21.4	50.9	4.49	5.98	0.00	3.73	111.1	110.1	9.23	100.	31.7	800.	2.50	-	1910
<input checked="" type="checkbox"/>	2	21.6	40.5	62.1	31.6	103.	4.37	6.31	-1.36	18.9	84.6	132.	8.99	100.	49.9	800.	2.50	-	1910
<input checked="" type="checkbox"/>	3	25.5	16.6	42.2	22.4	52.0	4.06	5.41	0.81	5.52	136.	102.	8.03	100.	33.3	800.	2.50	-	1910
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Average		21.8	25.4	47.3	25.2	68.7	4.31	5.90	-0.19	9.40	110.1	115.	8.75	100.	38.3	-	-	-	-
Min.		18.4	16.6	37.5	21.4	50.9	4.06	5.41	-1.36	3.73	84.6	102.	8.03	100.	31.7	-	-	-	-
Max.		25.5	40.5	62.1	31.6	103.	4.49	6.31	0.81	18.9	136.	132.	9.23	100.	49.9	-	-	-	-
Range		7.13	23.8	24.6	10.1	52.4	0.42	0.89	2.21	15.2	51.4	29.7	1.19	0.00	18.2	-	-	-	-
σ		3.57	13.1	13.0	5.62	29.9	0.22	0.45	1.12	8.31	25.7	15.5	0.63	0.00	10.0	-	-	-	-
3σ		10.7	39.3	39.2	16.8	89.9	0.66	1.35	3.35	24.9	77.2	46.5	1.89	0.00	30.2	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Report Title



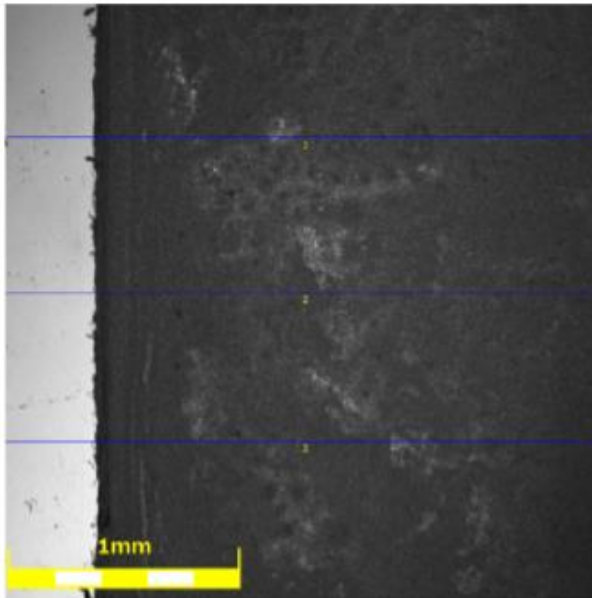
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_110931
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	7.461	1985.058	1985.072	0.215	191024_110931
<input checked="" type="checkbox"/>	2	9.040	1948.362	1948.383	0.266	191024_110931
<input checked="" type="checkbox"/>	3	14.347	1916.221	1916.275	0.429	191024_110931
Count		3	3	3	3	3
Average		10.282	1949.881	1949.910	0.303	-
Min.		7.461	1916.221	1916.275	0.215	-
Max.		14.347	1985.058	1985.072	0.429	-
Range		6.886	68.837	68.797	0.214	-
σ		3.607	34.444	34.424	0.112	-
3σ		10.821	103.331	103.272	0.335	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



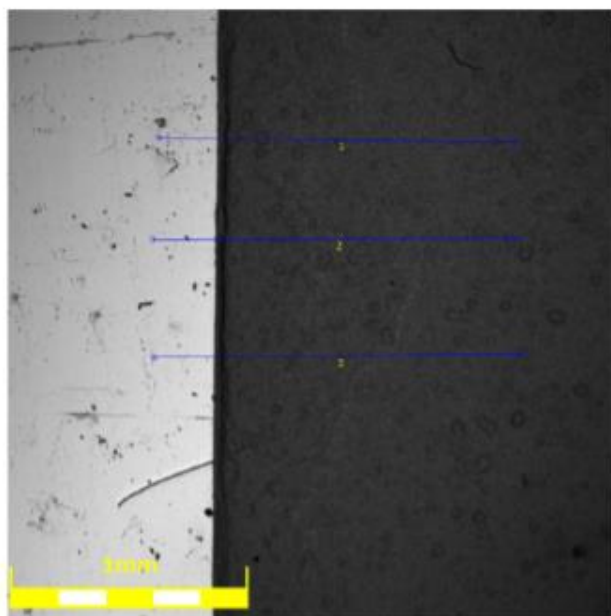
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_110931
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RDq	Rδc	Rmr	Rz	js	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	23.6	18.1	41.8	25.2	48.5	5.409	7.20	0.26	3.71	169.	102.	10.4	100.	27.5	800.	2.50	-	191	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	15.9	15.4	31.3	19.5	43.1	4.354	5.68	0.09	3.19	167.	88.9	8.30	100.	26.7	800.	2.50	-	191	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	20.8	17.9	38.7	24.1	51.4	4.915	6.44	0.34	3.40	176.	96.5	9.50	100.	32.7	800.	2.50	-	191	
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Average		20.1	17.1	37.3	22.9	47.7	4.893	6.44	0.23	3.44	171.	96.0	9.41	100.	28.9	-	-	-	-	
Min.		15.9	15.4	31.3	19.5	43.1	4.354	5.68	0.09	3.19	167.	88.9	8.30	100.	26.7	-	-	-	-	
Max.		23.6	18.1	41.8	25.2	51.4	5.409	7.20	0.34	3.71	176.	102.	10.4	100.	32.7	-	-	-	-	
Range		7.73	2.68	10.4	5.76	8.28	1.055	1.52	0.24	0.51	8.08	13.7	2.12	0.00	6.00	-	-	-	-	
σ		3.91	1.50	5.36	3.05	4.20	0.528	0.76	0.12	0.26	4.35	6.87	1.06	0.00	3.25	-	-	-	-	
3σ		11.7	4.51	16.0	9.15	12.6	1.584	2.28	0.37	0.78	13.0	20.6	3.18	0.00	9.76	-	-	-	-	
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Report Title



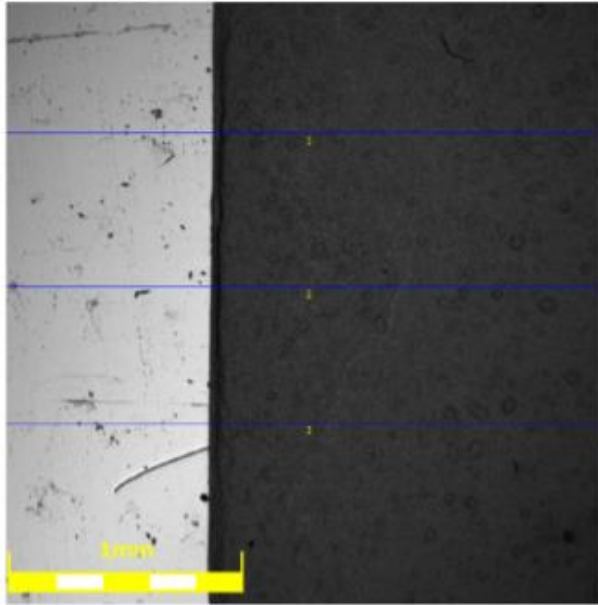
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR
 USER

191024_105635
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[µm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[µm]	Width[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	13.815	1501.386	1501.449	0.527	191024_105635
<input checked="" type="checkbox"/>	2	14.973	1534.616	1534.689	0.559	191024_105635
<input checked="" type="checkbox"/>	3	10.671	1541.343	1541.380	0.397	191024_105635
Count		3	3	3	3	3
Average		13.153	1525.781	1525.839	0.494	-
Min.		10.671	1501.386	1501.449	0.397	-
Max.		14.973	1541.343	1541.380	0.559	-
Range		4.302	39.957	39.930	0.162	-
σ		2.226	21.393	21.386	0.086	-
3σ		6.679	64.180	64.157	0.258	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



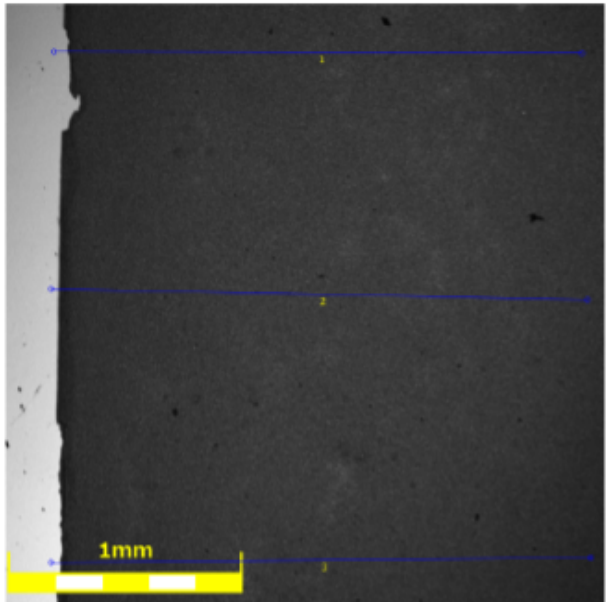
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_105635
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzjis	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	33.5	14.8	48.3	17.7	97.4	4.896	8.22	0.37	8.83	69.5	79.9	7.36	100.	39.1	800.	2.50	-	19:
<input checked="" type="checkbox"/>	2	32.8	11.8	44.7	16.7	95.8	4.315	7.29	0.52	9.53	82.4	75.7	7.07	100.	35.5	800.	2.50	-	19:
<input checked="" type="checkbox"/>	3	33.5	17.8	51.3	24.9	100.	6.033	9.08	0.11	7.13	112.6	87.2	10.2	100.	48.2	800.	2.50	-	19:
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average		33.3	14.8	48.1	19.8	98.0	5.081	8.20	0.34	8.50	88.0	80.9	8.21	100.	40.9	-	-	-	-
Min.		32.8	11.8	44.7	16.7	95.8	4.315	7.29	0.11	7.13	69.5	75.7	7.07	100.	35.5	-	-	-	-
Max.		33.5	17.8	51.3	24.9	100.	6.033	9.08	0.52	9.53	112.6	87.2	10.2	100.	48.2	-	-	-	-
Range		0.62	5.99	6.61	8.12	4.92	1.718	1.79	0.41	2.39	42.5	11.4	3.13	0.00	12.6	-	-	-	-
σ		0.35	2.99	3.31	4.44	2.51	0.874	0.89	0.21	1.23	21.8	5.79	1.73	0.00	6.50	-	-	-	-
3σ		1.07	8.99	9.93	13.3	7.53	2.622	2.69	0.62	3.69	65.4	17.3	5.19	0.00	19.5	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*

Report Title



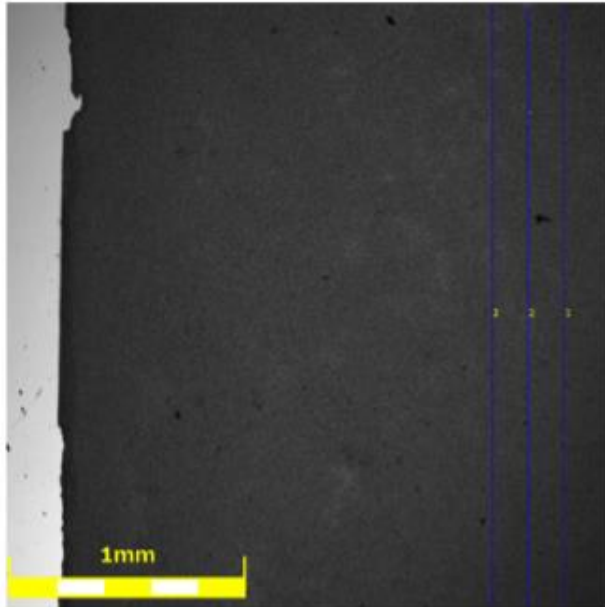
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_123141
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	12.202	2255.223	2255.256	0.310	190729_123141
<input checked="" type="checkbox"/>	2	17.664	2292.390	2292.458	0.441	190729_123141
<input checked="" type="checkbox"/>	3	10.467	2305.342	2305.366	0.260	190729_123141
Count		3	3	3	3	3
Average		13.444	2284.318	2284.360	0.337	-
Min.		10.467	2255.223	2255.256	0.260	-
Max.		17.664	2305.342	2305.366	0.441	-
Range		7.198	50.119	50.110	0.181	-
σ		3.756	26.016	26.018	0.094	-
3σ		11.268	78.049	78.054	0.281	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



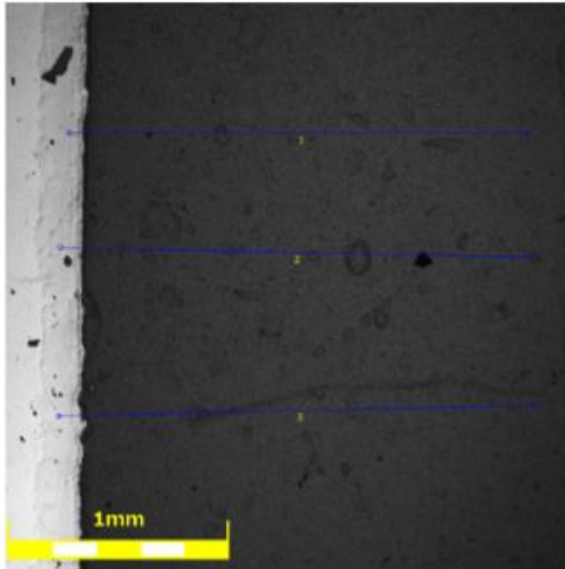
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_123141
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μ]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzjis	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File r
<input checked="" type="checkbox"/>	1	17.4	17.6	35.0	20.2	41.4	4.671	5.87	-0.03	3.13	73.6	98.0	10.0	100.	32.3	800.	-	-	190'
<input checked="" type="checkbox"/>	2	16.0	21.7	37.8	19.6	52.4	4.557	5.92	-0.41	3.93	63.2	97.1	8.94	100.	31.5	800.	-	-	190'
<input checked="" type="checkbox"/>	3	12.3	14.7	27.0	16.8	31.5	4.087	5.07	-0.16	2.86	68.1	86.4	8.86	100.	25.0	800.	-	-	190'
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average		15.2	18.0	33.3	18.9	41.8	4.438	5.62	-0.20	3.30	68.3	93.9	9.29	100.	29.6	-	-	-	-
Min.		12.3	14.7	27.0	16.8	31.5	4.087	5.07	-0.41	2.86	63.2	86.4	8.86	100.	25.0	-	-	-	-
Max.		17.4	21.7	37.8	20.2	52.4	4.671	5.92	-0.03	3.93	73.6	98.0	10.0	100.	32.3	-	-	-	-
Range		5.14	7.07	10.8	3.37	20.9	0.584	0.85	0.37	1.06	10.4	11.6	1.19	0.00	7.36	-	-	-	-
σ		2.66	3.55	5.63	1.80	10.4	0.310	0.47	0.19	0.55	5.20	6.46	0.66	0.00	4.04	-	-	-	-
3σ		7.98	10.6	16.8	5.41	31.4	0.929	1.43	0.57	1.66	15.6	19.3	2.00	0.00	12.1	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Report Title



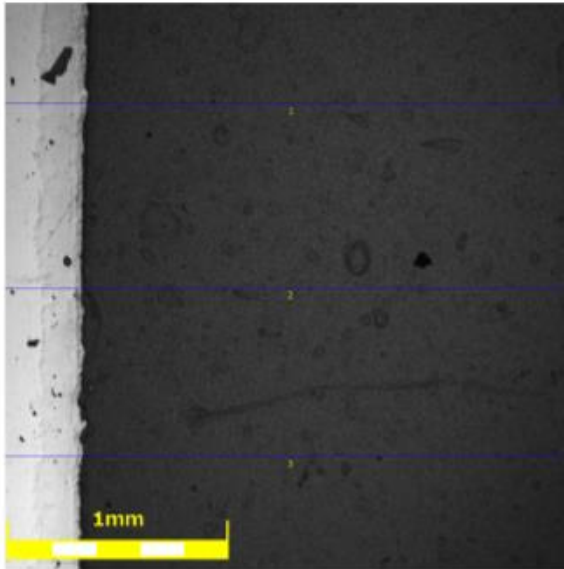
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_115218
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	23.469	2071.726	2071.859	0.649	191024_115218
<input checked="" type="checkbox"/>	2	18.535	2115.544	2115.626	0.502	191024_115218
<input checked="" type="checkbox"/>	3	14.993	2152.304	2152.357	0.399	191024_115218
Count		3	3	3	3	3
Average		18.999	2113.192	2113.280	0.517	-
Min.		14.993	2071.726	2071.859	0.399	-
Max.		23.469	2152.304	2152.357	0.649	-
Range		8.476	80.578	80.497	0.250	-
σ		4.257	40.340	40.300	0.126	-
3σ		12.771	121.021	120.899	0.377	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



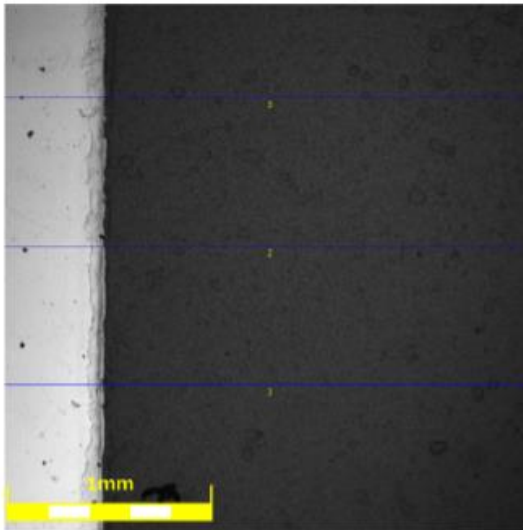
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_115218
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq[μ]	Rδc[μ]	Rmr[Rz]	Is	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	26.1	17.9	44.0	24.8	61.9	4.697	6.22	0.35	4.37	134	108	9.54	100	37.7	800	2.50	-	19:	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	54.1	16.5	70.6	40.2	131	5.033	7.33	2.04	23.6	98.6	143	10.2	100	55.9	800	2.50	-	19:	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	17.7	14.3	32.1	18.5	42.4	4.174	5.50	0.28	3.78	156	103	8.77	100	27.1	800	2.50	-	19:	
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Average		32.6	16.2	48.9	27.9	78.5	4.635	6.35	0.89	10.6	129	118	9.51	100	40.2	-	-	-	-	
Min.		17.7	14.3	32.1	18.5	42.4	4.174	5.50	0.28	3.78	98.6	103	8.77	100	27.1	-	-	-	-	
Max.		54.1	17.9	70.6	40.2	131	5.033	7.33	2.04	23.6	156	143	10.2	100	55.9	-	-	-	-	
Range		36.3	3.59	38.4	21.7	88.7	0.859	1.83	1.76	19.8	58.2	40.2	1.46	0.00	28.8	-	-	-	-	
σ		19.0	1.80	19.6	11.1	46.6	0.433	0.92	0.99	11.3	29.3	21.8	0.73	0.00	14.5	-	-	-	-	
3σ		57.1	5.42	59.0	33.5	139	1.299	2.77	2.98	33.9	88.0	65.4	2.19	0.00	43.7	-	-	-	-	
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	

Report Title



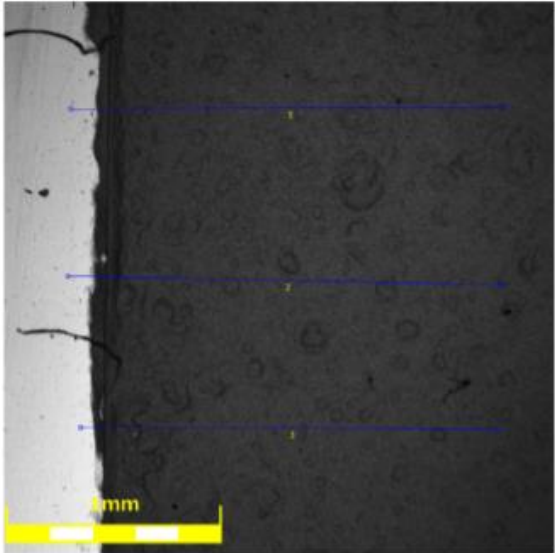
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_113754
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RDq	Rδc	Rmr	(Rz)is	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	22.9	15.3	38.2	21.5	44.1	4.847	6.56	0.54	3.90	184.	98.0	9.50	100.	30.1	800.	2.50	-	191
<input checked="" type="checkbox"/>	2	17.9	15.2	33.1	18.6	41.8	4.614	6.07	0.09	3.04	142.	88.9	9.33	100.	27.5	800.	2.50	-	191
<input checked="" type="checkbox"/>	3	21.0	17.6	38.6	19.1	47.0	5.159	6.73	-0.02	3.06	156.	98.8	9.96	100.	30.4	800.	2.50	-	191
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average		20.6	16.0	36.7	19.7	44.3	4.873	6.45	0.20	3.33	161.	95.3	9.60	100.	29.3	-	-	-	-
Min.		17.9	15.2	33.1	18.6	41.8	4.614	6.07	-0.02	3.04	142.	88.9	9.33	100.	27.5	-	-	-	-
Max.		22.9	17.6	38.6	21.5	47.0	5.159	6.73	0.54	3.90	184.	98.8	9.96	100.	30.4	-	-	-	-
Range		4.99	2.37	5.46	2.90	5.19	0.545	0.66	0.56	0.85	41.8	9.86	0.63	0.00	2.98	-	-	-	-
σ		2.52	1.33	3.06	1.54	2.60	0.273	0.34	0.30	0.48	21.4	5.49	0.32	0.00	1.62	-	-	-	-
3σ		7.56	4.00	9.18	4.63	7.80	0.820	1.03	0.90	1.46	64.2	16.4	0.98	0.00	4.87	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Report Title



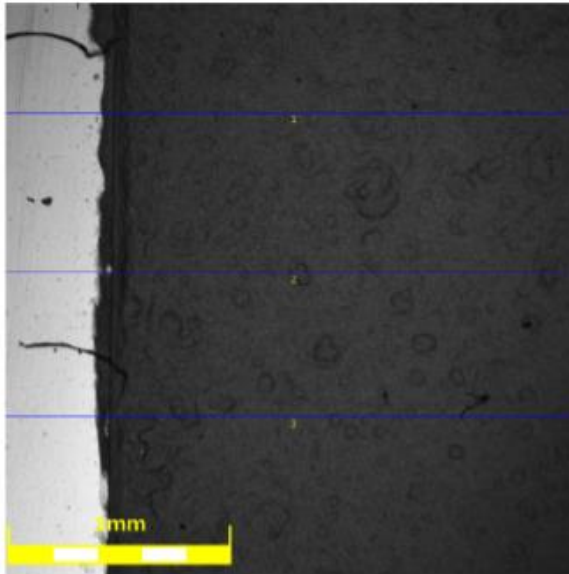
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_113009
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	24.127	2011.688	2011.832	0.687	191024_113009
<input checked="" type="checkbox"/>	2	14.467	2015.414	2015.466	0.411	191024_113009
<input checked="" type="checkbox"/>	3	16.716	1941.630	1941.702	0.493	191024_113009
Count		3	3	3	3	3
Average		18.437	1989.577	1989.666	0.531	-
Min.		14.467	1941.630	1941.702	0.411	-
Max.		24.127	2015.414	2015.466	0.687	-
Range		9.660	73.784	73.764	0.276	-
σ		5.055	41.565	41.579	0.142	-
3σ		15.164	124.696	124.736	0.425	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



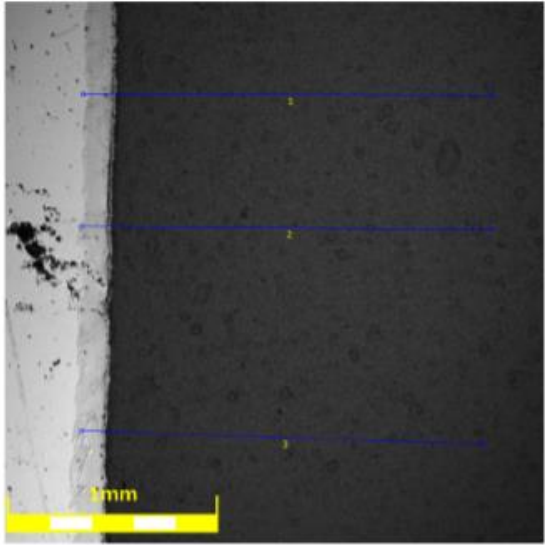
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR
 USER

191024_113009
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μ]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	RÖc	Rmr	Rzjis	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	44.4	24.9	69.3	54.6	108.	8.212	12.0	1.13	5.26	173.	116.	13.4	100.	43.9	800.	2.50	-	191
<input checked="" type="checkbox"/>	2	48.9	24.0	73.0	62.1	114.	8.688	13.1	1.12	5.81	205.	99.2	15.0	100.	-	800.	2.50	-	191
<input checked="" type="checkbox"/>	3	45.2	26.1	71.4	44.0	87.5	8.706	12.1	0.85	4.92	234.	124.	13.2	100.	59.5	800.	2.50	-	191
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Average		46.2	25.0	71.2	53.8	103.	8.535	12.4	1.03	5.33	204.	113.	13.9	100.	51.7	-	-	-	-
Min.		44.4	24.0	69.3	44.0	87.5	8.212	12.0	0.85	4.92	173.	99.2	13.2	100.	43.9	-	-	-	-
Max.		48.9	26.1	73.0	62.1	114.	8.706	13.1	1.13	5.81	234.	124.	15.0	100.	59.5	-	-	-	-
Range		4.57	2.06	3.73	18.1	26.8	0.494	1.01	0.28	0.88	60.3	25.0	1.82	0.00	15.5	-	-	-	-
σ		2.43	1.04	1.86	9.09	14.0	0.280	0.56	0.16	0.44	30.2	12.8	0.99	0.00	10.9	-	-	-	-
3σ		7.31	3.11	5.60	27.2	42.1	0.840	1.68	0.48	1.34	90.6	38.4	2.99	0.00	32.9	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-

Report Title



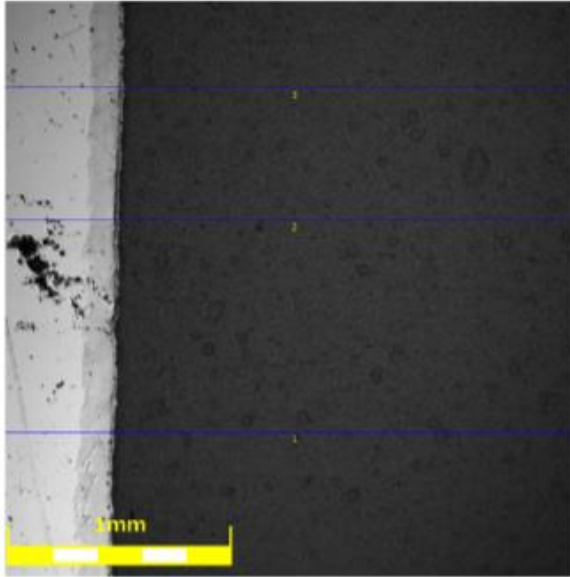
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_112318
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	15.826	1938.293	1938.358	0.468	191024_112318
<input checked="" type="checkbox"/>	2	17.049	1945.000	1945.075	0.502	191024_112318
<input checked="" type="checkbox"/>	3	14.168	1909.318	1909.371	0.425	191024_112318
Count		3	3	3	3	3
Average		15.681	1930.871	1930.935	0.465	-
Min.		14.168	1909.318	1909.371	0.425	-
Max.		17.049	1945.000	1945.075	0.502	-
Range		2.881	35.682	35.704	0.077	-
σ		1.446	18.964	18.974	0.039	-
3σ		4.338	56.891	56.923	0.116	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



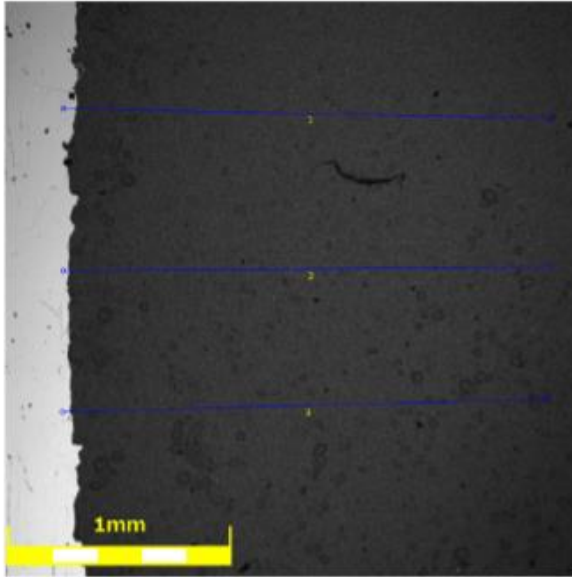
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_112318
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzj	Is	Ac[μ]	As[μ]	Af[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	25.0	17.6	42.7	24.0	51.4	4.320	5.95	0.90	5.87	157.	94.9	8.57	100.	37.8	800.	2.50	-	191	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	17.4	12.8	30.2	17.3	39.5	3.684	4.93	0.47	4.27	113.	91.2	7.47	100.	23.0	800.	2.50	-	191	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	19.7	18.3	38.1	16.8	43.4	4.157	5.56	0.31	4.00	110.	102.	8.52	100.	29.3	800.	2.50	-	191	
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Average		20.7	16.3	37.0	19.4	44.8	4.054	5.48	0.56	4.71	127.	96.3	8.19	100.	30.0	-	-	-	-	
Min.		17.4	12.8	30.2	16.8	39.5	3.684	4.93	0.31	4.00	110.	91.2	7.47	100.	23.0	-	-	-	-	
Max.		25.0	18.3	42.7	24.0	51.4	4.320	5.95	0.90	5.87	157.	102.	8.57	100.	37.8	-	-	-	-	
Range		7.62	5.52	12.4	7.21	11.9	0.636	1.02	0.59	1.87	46.7	11.4	1.10	0.00	14.7	-	-	-	-	
σ		3.91	3.00	6.28	4.02	6.08	0.330	0.51	0.30	1.01	26.2	5.86	0.62	0.00	7.43	-	-	-	-	
3σ		11.7	9.01	18.8	12.0	18.2	0.991	1.54	0.91	3.04	78.6	17.5	1.87	0.00	22.2	-	-	-	-	
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	

Report Title



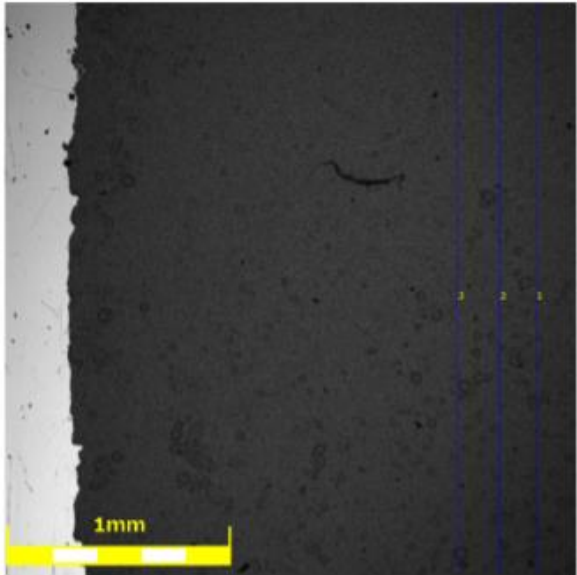
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_125123
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	18.882	2175.582	2175.664	0.497	190729_125123
<input checked="" type="checkbox"/>	2	12.738	2181.882	2181.920	0.335	190729_125123
<input checked="" type="checkbox"/>	3	14.591	2162.552	2162.601	0.387	190729_125123
Count		3	3	3	3	3
Average		15.404	2173.339	2173.395	0.406	-
Min.		12.738	2162.552	2162.601	0.335	-
Max.		18.882	2181.882	2181.920	0.497	-
Range		6.144	19.331	19.319	0.163	-
σ		3.152	9.859	9.857	0.083	-
3σ		9.455	29.576	29.572	0.249	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



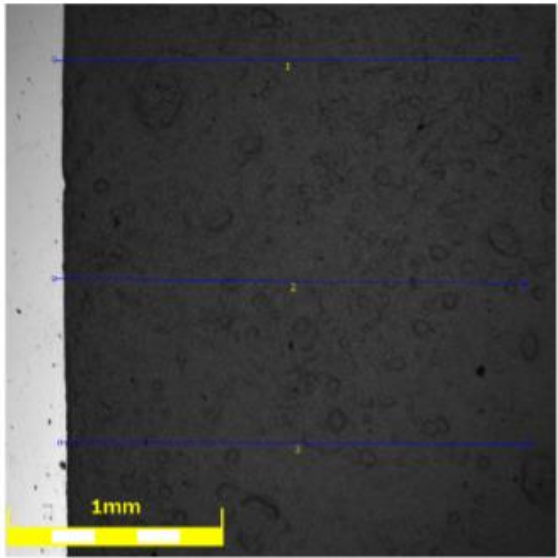
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_125123
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μ]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	RΔc	Rmr	Rzjis	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File r
<input checked="" type="checkbox"/>	1	22.0	22.3	44.4	23.2	66.3	5.24	6.90	0.01	3.74	75.2	109.	10.3	100.	44.4	800.	-	-	1907
<input checked="" type="checkbox"/>	2	20.0	21.1	41.1	20.3	54.6	4.70	6.08	-0.12	3.77	65.0	99.1	9.57	100.	35.5	800.	-	-	1907
<input checked="" type="checkbox"/>	3	33.4	23.3	56.8	20.7	64.7	4.92	6.97	1.02	7.09	66.8	98.4	9.26	100.	38.5	800.	-	-	1907
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Average		25.1	22.2	47.4	21.4	61.9	4.95	6.65	0.30	4.87	69.0	102.	9.72	100.	39.5	-	-	-	-
Min.		20.0	21.1	41.1	20.3	54.6	4.70	6.08	-0.12	3.74	65.0	98.4	9.26	100.	35.5	-	-	-	-
Max.		33.4	23.3	56.8	23.2	66.3	5.24	6.97	1.02	7.09	75.2	109.	10.3	100.	44.4	-	-	-	-
Range		13.4	2.17	15.6	2.92	11.6	0.53	0.89	1.14	3.35	10.2	10.6	1.07	0.00	8.94	-	-	-	-
σ		7.26	1.09	8.26	1.57	6.32	0.26	0.49	0.82	1.93	5.48	5.95	0.55	0.00	4.54	-	-	-	-
3σ		21.7	3.26	24.7	4.71	18.9	0.80	1.48	1.87	5.79	16.4	17.8	1.65	0.00	13.6	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Report Title



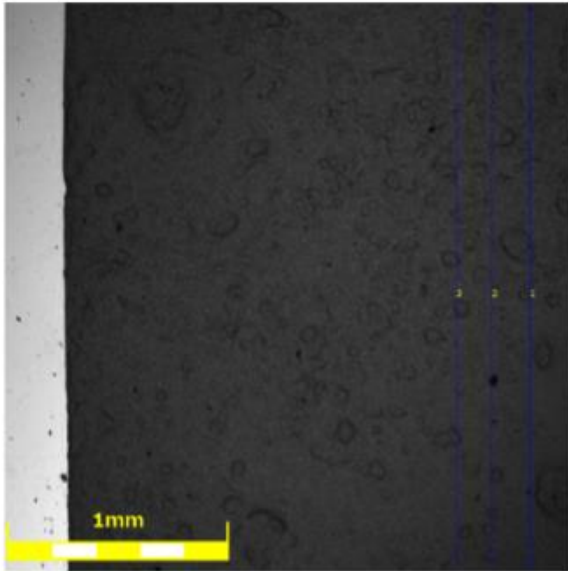
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_125949
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	15.849	2138.451	2138.510	0.425	190729_125949
<input checked="" type="checkbox"/>	2	15.188	2188.616	2188.669	0.398	190729_125949
<input checked="" type="checkbox"/>	3	16.448	2175.149	2175.211	0.433	190729_125949
Count		3	3	3	3	3
Average		15.828	2167.405	2167.463	0.418	-
Min.		15.188	2138.451	2138.510	0.398	-
Max.		16.448	2188.616	2188.669	0.433	-
Range		1.260	50.165	50.159	0.036	-
σ		0.630	25.983	25.961	0.019	-
3σ		1.891	77.890	77.884	0.056	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



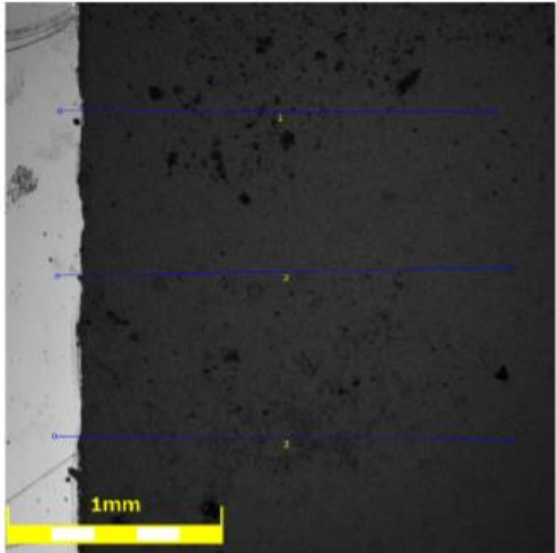
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_125949
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μ]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RDq	RDC	Rmr	Rzjis	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File r
<input checked="" type="checkbox"/>	1	25.7	37.2	62.9	27.5	94.4	7.856	10.3	-0.66	6.59	92.9	100.	15.1	100.	48.2	800.	-	-	1907
<input checked="" type="checkbox"/>	2	27.7	32.9	60.7	29.7	88.8	7.118	9.08	-0.11	4.35	112.	105.	15.3	100.	44.5	800.	-	-	1907
<input checked="" type="checkbox"/>	3	27.2	22.5	49.8	24.7	54.3	7.383	9.36	0.54	3.09	124.	89.0	14.5	100.	39.7	800.	-	-	1907
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average		26.9	30.9	57.8	27.3	79.2	7.452	9.61	-0.07	4.68	110.6	98.3	15.0	100.	44.1	-	-	-	-
Min.		25.7	22.5	49.8	24.7	54.3	7.118	9.08	-0.66	3.09	92.9	89.0	14.5	100.	39.7	-	-	-	-
Max.		27.7	37.2	62.9	29.7	94.4	7.856	10.3	0.54	6.59	124.	105.	15.3	100.	48.2	-	-	-	-
Range		1.96	14.6	13.1	4.94	40.1	0.738	1.29	1.20	3.50	31.4	16.7	0.88	0.00	8.49	-	-	-	-
σ		1.03	7.55	7.03	2.47	21.7	0.374	0.68	0.60	1.77	15.9	8.52	0.45	0.00	4.26	-	-	-	-
3σ		3.09	22.6	21.1	7.43	65.2	1.122	2.04	1.80	5.32	47.7	25.5	1.37	0.00	12.7	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Report Title



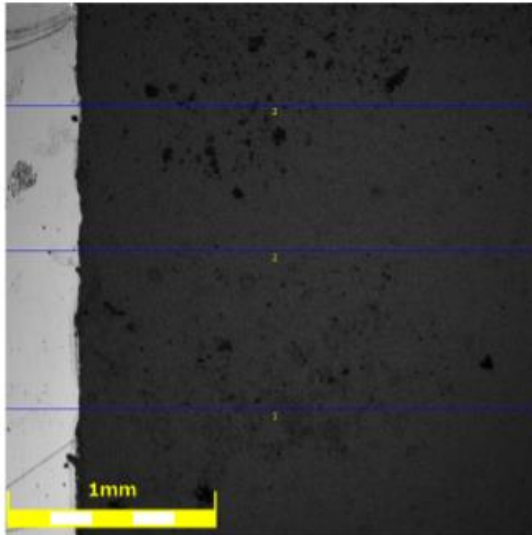
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_121715
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	19.984	2018.360	2018.459	0.567	191024_121715
<input checked="" type="checkbox"/>	2	18.664	2098.800	2098.883	0.510	191024_121715
<input checked="" type="checkbox"/>	3	21.669	2121.834	2121.945	0.585	191024_121715
Count		3	3	3	3	3
Average		20.106	2079.665	2079.762	0.554	-
Min.		18.664	2018.360	2018.459	0.510	-
Max.		21.669	2121.834	2121.945	0.585	-
Range		3.005	103.475	103.486	0.076	-
σ		1.506	54.327	54.328	0.040	-
3σ		4.518	162.980	162.985	0.119	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



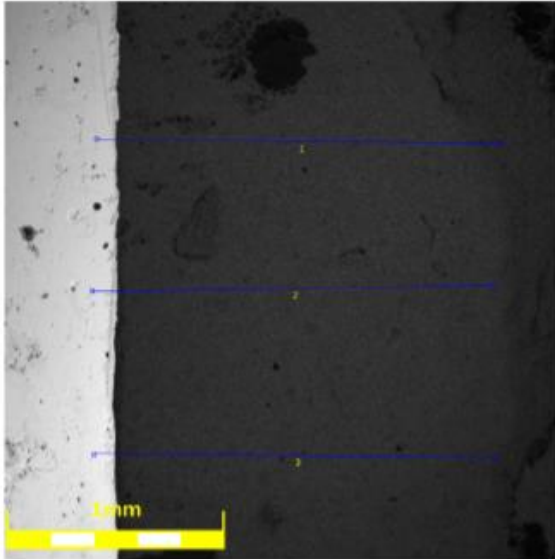
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_121715
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzj	Is	Ac[μ]	As[μ]	Alf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	18.1	14.7	32.8	19.3	39.0	4.088	5.31	0.19	3.45	134.	101.	8.73	100.	29.4	800.	2.50	-	191	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	16.2	13.0	29.2	17.6	37.3	3.741	4.81	0.22	3.51	123.	93.0	7.97	100.	24.7	800.	2.50	-	191	
<input checked="" type="checkbox"/>	3	15.5	21.5	37.0	20.6	47.3	4.310	5.60	-0.12	4.24	108.	99.0	9.01	100.	31.0	800.	2.50	-	191	
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Average		16.6	16.4	33.0	19.2	41.2	4.046	5.24	0.09	3.73	122.	97.7	8.57	100.	28.4	-	-	-	-	
Min.		15.5	13.0	29.2	17.6	37.3	3.741	4.81	-0.12	3.45	108.	93.0	7.97	100.	24.7	-	-	-	-	
Max.		18.1	21.5	37.0	20.6	47.3	4.310	5.60	0.22	4.24	134.	101.	9.01	100.	31.0	-	-	-	-	
Range		2.60	8.52	7.81	3.00	9.99	0.569	0.79	0.34	0.78	26.2	8.12	1.03	0.00	6.27	-	-	-	-	
σ		1.34	4.51	3.91	1.51	5.34	0.287	0.39	0.19	0.43	13.1	4.21	0.53	0.00	3.25	-	-	-	-	
3σ		4.04	13.5	11.7	4.53	16.0	0.860	1.19	0.57	1.31	39.4	12.6	1.61	0.00	9.75	-	-	-	-	
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	

Report Title



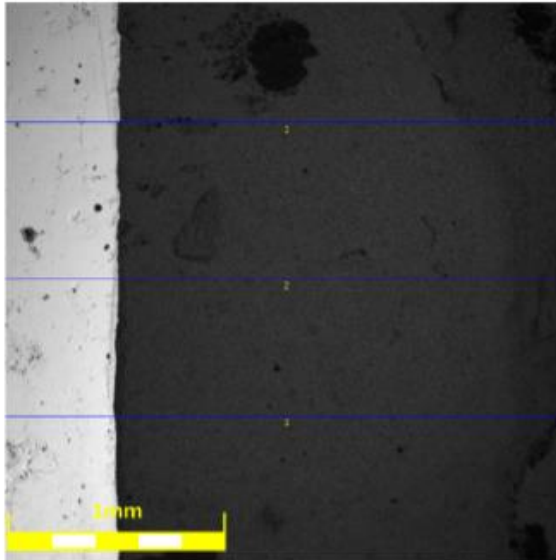
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_122411
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	57.915	1861.660	1862.560	1.782	191024_122411
<input checked="" type="checkbox"/>	2	52.680	1841.730	1842.483	1.638	191024_122411
<input checked="" type="checkbox"/>	3	56.021	1844.947	1845.797	1.739	191024_122411
Count		3	3	3	3	3
Average		55.539	1849.445	1850.280	1.720	-
Min.		52.680	1841.730	1842.483	1.638	-
Max.		57.915	1861.660	1862.560	1.782	-
Range		5.235	19.930	20.078	0.143	-
σ		2.651	10.700	10.763	0.074	-
3σ		7.952	32.099	32.290	0.221	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



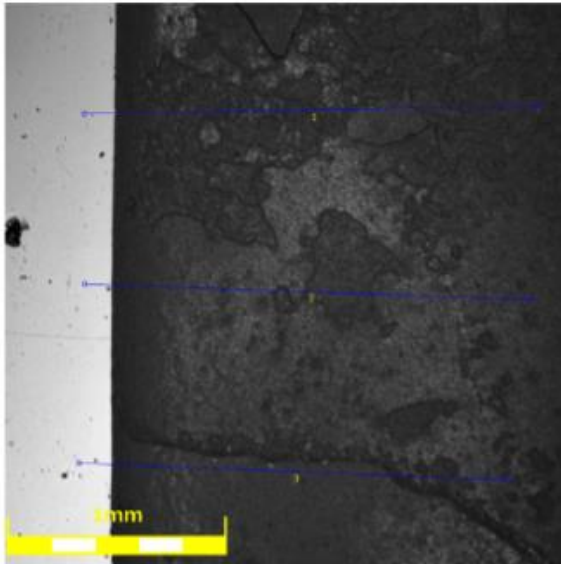
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_122411
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzjis	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	18.6	20.1	38.8	19.1	44.9	4.183	5.61	-0.14	4.63	166.	107.	8.78	100.	34.0	800.	2.50	-	191
<input checked="" type="checkbox"/>	2	17.5	14.3	31.8	22.3	74.0	4.099	5.46	0.00	3.41	96.1	91.7	9.22	100.	28.4	800.	2.50	-	191
<input checked="" type="checkbox"/>	3	23.2	16.5	39.8	21.3	52.1	4.489	6.04	0.25	4.05	172.	96.7	8.89	100.	30.5	800.	2.50	-	191
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average		19.8	17.0	36.8	20.9	57.0	4.257	5.71	0.04	4.03	145.	98.6	8.96	100.	31.0	-	-	-	-
Min.		17.5	14.3	31.8	19.1	44.9	4.099	5.46	-0.14	3.41	96.1	91.7	8.78	100.	28.4	-	-	-	-
Max.		23.2	20.1	39.8	22.3	74.0	4.489	6.04	0.25	4.63	172.	107.	9.22	100.	34.0	-	-	-	-
Range		5.70	5.84	7.95	3.17	29.0	0.390	0.58	0.39	1.21	76.6	15.7	0.44	0.00	5.58	-	-	-	-
σ		3.02	2.94	4.32	1.62	15.1	0.205	0.30	0.20	0.60	42.5	8.05	0.23	0.00	2.81	-	-	-	-
3σ		9.07	8.84	12.9	4.87	45.4	0.616	0.90	0.60	1.82	127.	24.1	0.69	0.00	8.44	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*

Report Title



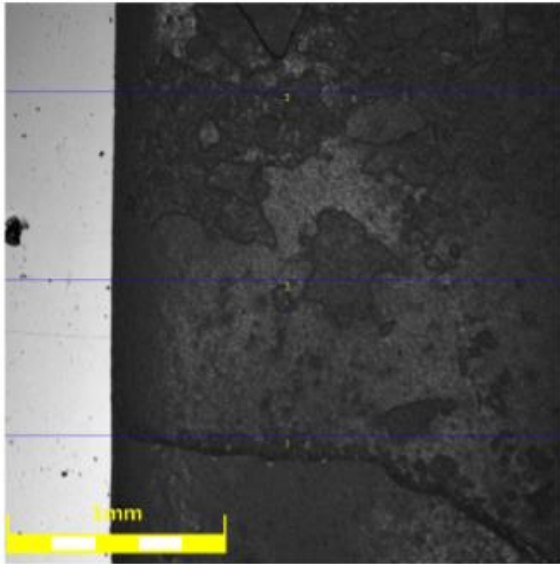
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_115914
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	21.428	2071.997	2072.108	0.593	191024_115914
<input checked="" type="checkbox"/>	2	20.202	2039.579	2039.679	0.568	191024_115914
<input checked="" type="checkbox"/>	3	16.455	1953.147	1953.217	0.483	191024_115914
Count		3	3	3	3	3
Average		19.362	2021.575	2021.668	0.548	-
Min.		16.455	1953.147	1953.217	0.483	-
Max.		21.428	2071.997	2072.108	0.593	-
Range		4.973	118.850	118.892	0.110	-
σ		2.591	61.437	61.458	0.058	-
3σ		7.773	184.310	184.375	0.173	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



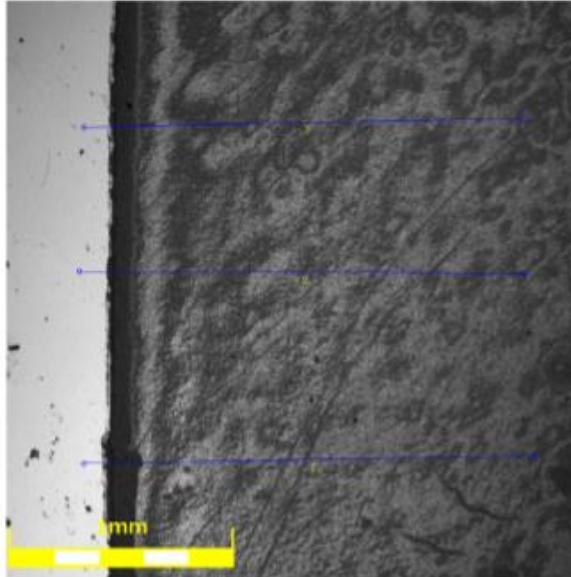
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_115914
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr[Rz]	Is	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	37.9	24.9	62.8	36.5	99.6	7.433	10.8	0.66	4.33	121.	109.	11.2	100.	50.2	800.	2.50	-	191
<input checked="" type="checkbox"/>	2	31.7	19.3	51.0	22.9	91.5	6.387	9.26	0.48	3.93	264.	95.1	9.30	100.	27.5	800.	2.50	-	191
<input checked="" type="checkbox"/>	3	33.1	23.9	57.1	30.4	88.4	7.855	10.8	0.28	3.77	258.	109.	14.1	100.	32.1	800.	2.50	-	191
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average		34.2	22.7	57.0	29.9	93.2	7.225	10.3	0.47	4.01	214.	104.	11.5	100.	36.6	-	-	-	-
Min.		31.7	19.3	51.0	22.9	88.4	6.387	9.26	0.28	3.77	121.	95.1	9.30	100.	27.5	-	-	-	-
Max.		37.9	24.9	62.8	36.5	99.6	7.855	10.8	0.66	4.33	264.	109.	14.1	100.	50.2	-	-	-	-
Range		6.20	5.63	11.8	13.6	11.2	1.468	1.59	0.37	0.55	142.	14.4	4.82	0.00	22.6	-	-	-	-
σ		3.24	3.00	5.92	6.82	5.81	0.756	0.91	0.18	0.28	80.8	8.22	2.42	0.00	11.9	-	-	-	-
3σ		9.72	9.01	17.7	20.4	17.4	2.267	2.74	0.56	0.86	242.	24.6	7.27	0.00	35.8	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Report Title



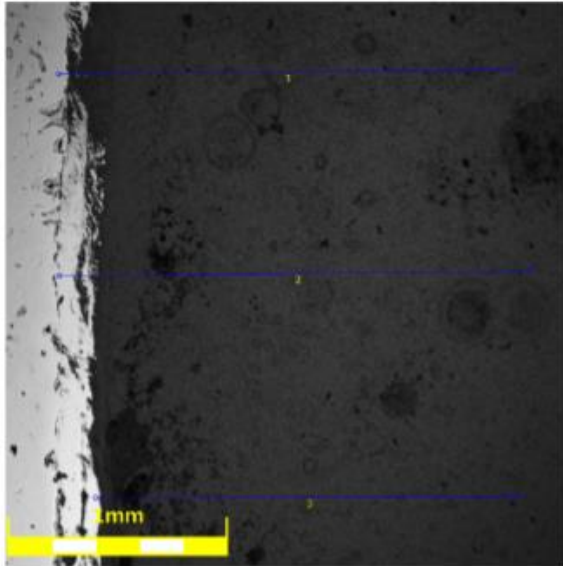
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

191024_120835
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	60.068	2005.284	2006.184	1.716	191024_120835
<input checked="" type="checkbox"/>	2	68.522	1981.677	1982.861	1.980	191024_120835
<input checked="" type="checkbox"/>	3	70.935	1952.040	1953.329	2.081	191024_120835
Count		3	3	3	3	3
Average		66.506	1979.867	1980.791	1.926	-
Min.		60.068	1952.040	1953.329	1.716	-
Max.		70.935	2005.284	2006.184	2.081	-
Range		10.867	53.244	52.855	0.365	-
σ		5.707	26.679	26.488	0.189	-
3σ		17.120	80.036	79.464	0.566	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



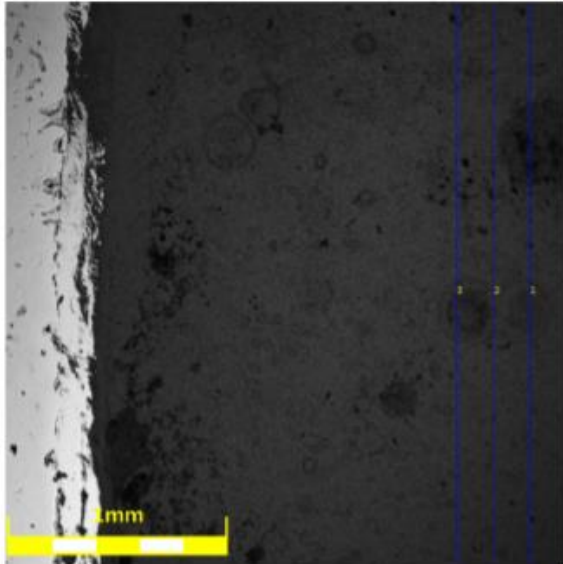
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_130516
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	28.915	2061.816	2062.019	0.803	190729_130516
<input checked="" type="checkbox"/>	2	27.270	2141.913	2142.087	0.729	190729_130516
<input checked="" type="checkbox"/>	3	11.478	1921.613	1921.647	0.342	190729_130516
Count		3	3	3	3	3
Average		22.554	2041.781	2041.918	0.625	-
Min.		11.478	1921.613	1921.647	0.342	-
Max.		28.915	2141.913	2142.087	0.803	-
Range		17.437	220.300	220.440	0.461	-
σ		9.628	111.508	111.586	0.248	-
3σ		28.883	334.525	334.758	0.743	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



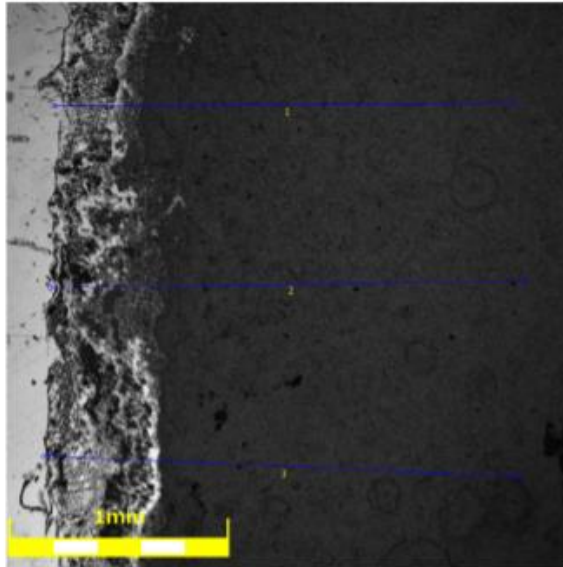
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190729_130516
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μ]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzj	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
<input checked="" type="checkbox"/>	1	26.9	39.3	66.2	26.8	100.	6.330	8.22	-0.42	6.78	88.3	121.	13.1	100.	45.5	800.	-	-	190
<input checked="" type="checkbox"/>	2	37.2	23.0	60.3	24.0	74.8	5.238	6.93	0.55	6.92	81.4	105.	10.7	100.	40.5	800.	-	-	190
<input checked="" type="checkbox"/>	3	27.9	20.3	48.2	19.6	62.4	5.226	6.82	0.27	5.80	75.5	95.2	10.1	100.	35.8	800.	-	-	190
Count		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average		30.7	27.5	58.2	23.5	79.2	5.598	7.32	0.13	6.50	81.7	107.	11.3	100.	40.6	-	-	-	-
Min.		26.9	20.3	48.2	19.6	62.4	5.226	6.82	-0.42	5.80	75.5	95.2	10.1	100.	35.8	-	-	-	-
Max.		37.2	39.3	66.2	26.8	100.	6.330	8.22	0.55	6.92	88.3	121.	13.1	100.	45.5	-	-	-	-
Range		10.3	19.0	17.9	7.23	37.9	1.104	1.39	0.98	1.12	12.7	26.0	3.00	0.00	9.72	-	-	-	-
σ		5.70	10.2	9.16	3.64	19.3	0.634	0.77	0.50	0.61	6.39	13.0	1.60	0.00	4.86	-	-	-	-
3σ		17.1	30.8	27.4	10.9	58.0	1.901	2.32	1.51	1.83	19.1	39.2	4.81	0.00	14.5	-	-	-	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Report Title



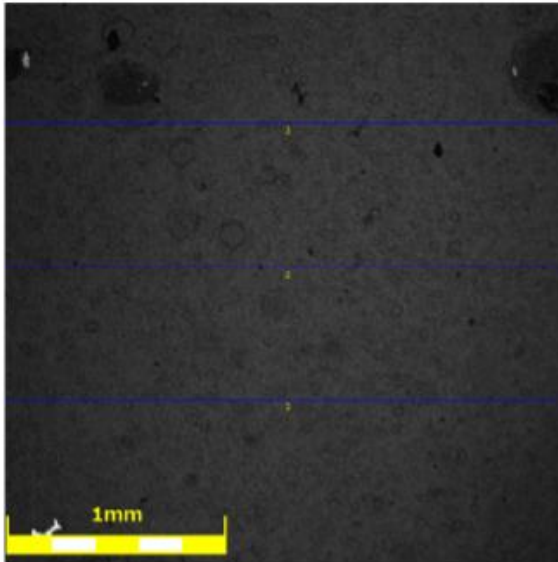
User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190820_160627
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	15.576	2088.450	2088.508	0.427	190820_160627
<input checked="" type="checkbox"/>	2	29.553	2155.340	2155.543	0.786	190820_160627
<input checked="" type="checkbox"/>	3	19.577	2157.170	2157.259	0.520	190820_160627
Count		3	3	3	3	3
Average		21.569	2133.653	2133.770	0.578	-
Min.		15.576	2088.450	2088.508	0.427	-
Max.		29.553	2157.170	2157.259	0.786	-
Range		13.977	68.720	68.751	0.358	-
σ		7.198	39.158	39.207	0.186	-
3σ		21.594	117.474	117.622	0.558	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Report Title



User ID: ADMIN
 User name: Administrator
 Description: FIRST ADMINISTRATOR USER

190820_161211
 [Acquisition parameters]
 Scanning mode: XYZ fast scan + Color
 Image size[pixels]: 1024X1024
 Image size[μm]: 2560x2571
 Objective lens: MPLFLN5x
 Zoom: 1x
 DIC: Off

Comment

No.	Resu	Rp[μ]	Rv[μ]	Rz[μ]	Rc[μ]	Rt[μ]	Ra[μm]	Rq[μ]	Rsk	Rku	Rsm	RΔq	Rδc	Rmr	Rzjis	λc[μ]	λs[μ]	λf[μ]	File
Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Average	23.7	27.6	51.3	28.6	74.4	6.069	7.94	-0.42	6.54	128.	122.	12.2	100.	42.2	-	-	-	-	-
Min.	22.3	18.3	41.1	26.5	45.2	5.478	7.39	-1.36	2.90	111.	111.	10.8	100.	37.7	-	-	-	-	-
Max.	25.9	40.3	66.3	30.9	119.	6.930	8.53	0.20	13.4	154.	134.	13.9	100.	48.3	-	-	-	-	-
Range	3.60	21.9	25.1	4.39	74.1	1.452	1.13	1.51	10.5	42.8	22.4	3.10	0.00	10.5	-	-	-	-	-
σ	1.96	11.3	13.2	2.21	39.4	0.763	0.57	0.78	5.99	22.5	11.2	1.57	0.00	5.46	-	-	-	-	-
3σ	5.88	34.1	39.6	6.63	118.	2.288	1.71	2.36	17.9	67.5	33.7	4.71	0.00	16.3	-	-	-	-	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Standard	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Lower tolera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Datasheet don't have enough space to display 3 measurement records. To show all measurement records increase space for datasheet.