FABRIKASI *WAVEGUIDE Y-BRANCH GUIDE* TIO_2 NANO DENGAN METODE LITHOGRAPHY SEBAGAI *POWER DIVIDER*

Dosen Pembimbing :

Dr. Yono Hadi Pramono M Eng

Oleh :
Rizqa Daniyati
1113201011

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN OPTIK DAN OPTOELEKTRONIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

PENDAHULUAN

- *Device* berbasis optika terpadu memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan *device* yang berbasis gelombang listrik maupun gelombang mikro dimana kemampuan pengiriman daya yang mencapai 10 Gbit/s dan bebas dari gangguan medan elektromagnetik (izuka,2002)
- Pembagi daya optic merupakan komponen utama dalam pemrosesan sinyal optik dan komunikasi serat optik
- Pandu gelombang Y-*branch* merupakan perangkat penting dalam rangkaian optika terpadu, yang memainkan peran sebagai *spliter* dan *recombiners*
- *TiO2 merupakan salah satu material yg potensial untuk mikrofabrikasi pandu gelombang (Furuhashi,2011)*

- Memiliki titik leleh dan konstanta dielektrik yang tinggi, energy gab yang lebar (3,2 – 3.8 eV) (Indah, 2009)
- Indeks bias yang tinggi yaitu pada fasa anatase 2,488 dan fasa Rutile 2,609 (λ = 633 nm)
- Loss penyerapannya sekitar 10x lebih rendah daripada Silicon pada panjang gelombang 1550 nm (Tahar, 2013)
- Memiliki indeks bias non linear 30x lebih banyak daripada Si

Wavelength (nm)
633
826
1310
1550

Anatase TiO_2	
Refractive Index	Propagation Loss (dB/mm)
2.486	> 2.0
2.427	2.0
2.375	0.91
2.366	0.42

Anatase TiO_2
5.8
4.8
6.1
4.8

Jonathan, 2012

Rumusan Masalah

- fabrikasi Y-*branch* dengan menggunakan *guide* TiO_2 serta *cladding* berupa MMA (*Methyl Methacrylat)* menggunakan *lithography*
- Bagaimana cara mengkarakterisasi pandu gelombang Y-*branch* sebagai pembagi daya

Batasan Masalah

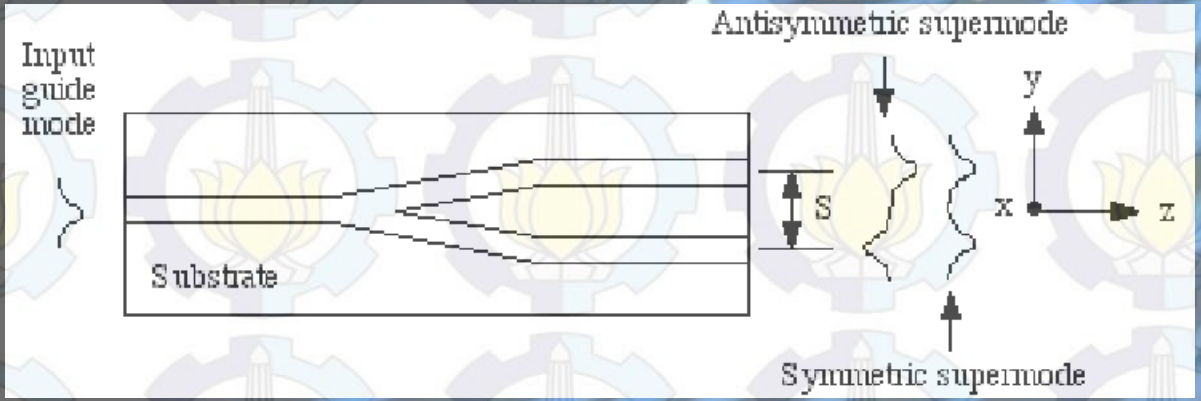
- Material untuk *guide* adalah TiO_2 (*Titanium dioxide*)
- Substrat yang digunakan berupa kaca coarning dengan indeks bias 1,5078,
- *guide* TiO_2 dengan indeks bias 2,488
- *cladding* MAA berindeks bias 1,415.
- Sumber Input yang digunakan adalah Laser HeNe

Tujuan

- Mengetahui potensi TiO2 sebagai waveguide
- Mengetahui cara pemfabrikasi y-branch menggunakan material guide TiO2
- Mengetahui loss daya yang di hasilkan dari y-branch yang telah difabrikasi

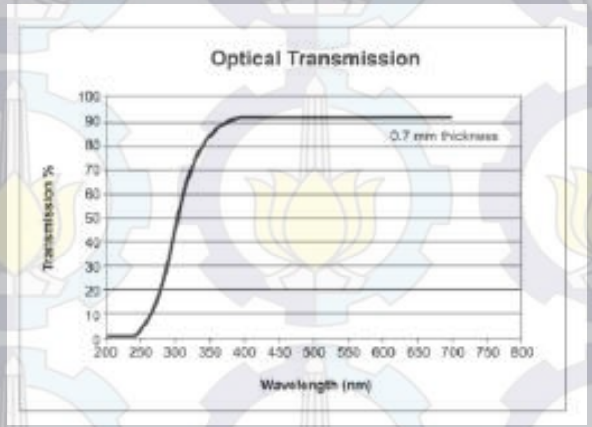
POWER DIVIDER

- salah satu *device* optik yang berfungsi untuk membagi daya input masukan
- *Power dividers* Y-*branch* memiliki single input dari *singlemode* yang mana bertahap dipisahkan oleh daerah transisi percabangan yang membatasi output menjadi dua guide *singlemode*.



Coarning Glass

- Memiliki sifat termal yang baik, tahan hingga suhu 675°C
- Indeks bias 1,5078 dengan panjang gelombang 643,8 nm
- Tidak memiliki kandungan logam berat, sehingga ramah lingkungan



Titanium Dioxide (TiO2)

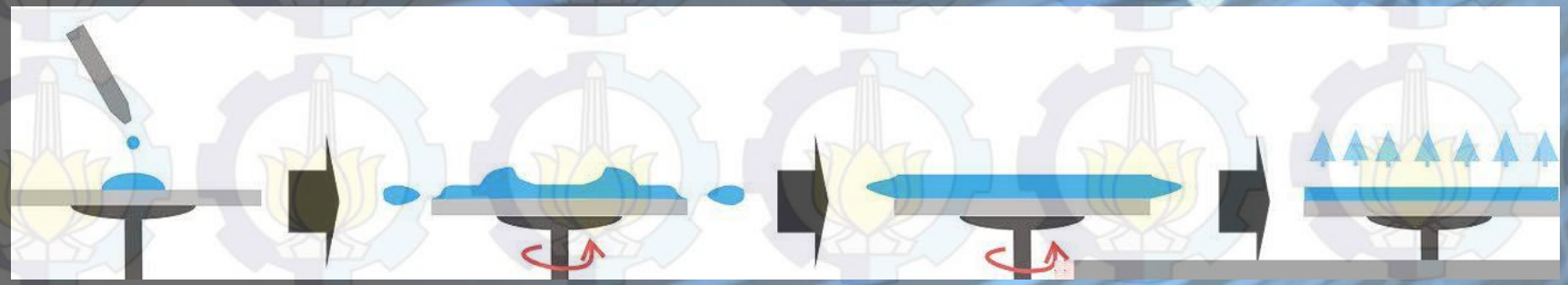
- Memiliki titik leleh dan konstanta dielektrik yang tinggi, energy gab yang lebar (3,2 – 3.8 eV) (Indah, 2009)
- Tiga macam sistem Kristal TiO_2 yang dikenal adalah fasa *anatase*, *rutil* dan *brokit*, akan tetapi hanya *anatase* dan *rutile* yang mudah diamati di alam sedangkan *brokit* sulit diamati karena tidak stabil.
- TiO2 memiliki indeks bias yang tinggi yaitu pada fasa anatase 2,488 dan fasa Rutile 2,609 (λ = 633 nm)

MMA (*Methyl Methacrylate*) C5H8O2

- *Methyl Methacrylate* adalah monomer untuk scala besar pembuatan *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) yang merupakan bahan polimer sejenis plastic
- Pada fase larutan MMA memiliki indeks bias 1,48904 dan setelah di beri perlakuan panas akan terjadi kenaikan indeks bias yang bervariasi.
  - 1,4914 → 70°C
  - 1,4910 → 80°C
  - 1,4914 → 90°C
  - pada panjang gelombang LASER He-Ne (Tanio & Nakanishi, 2006).

METODE SPIN-COATING

- Metode pendeposisian tetesan larutan ke pusat substrat yang kemudian diputar dengan kecepatan tinggi



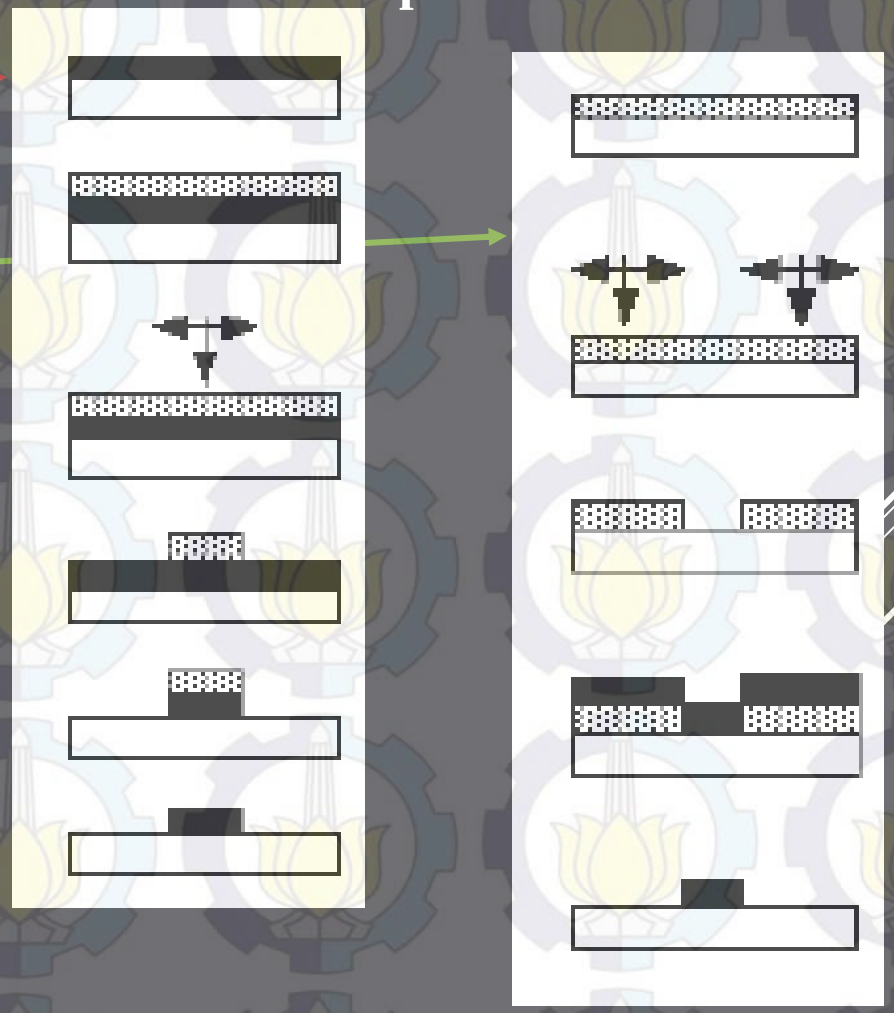
Static dispense

Dinamic dispense

METODE PHOTOLITHOGRAPY

- Litografi merupakan sebuah proses fabrikasi integrated-circuit (IC) memanfaatkan cahaya Ultaviolet (λ=200 – 400 nm) untuk membentuk pola
- Terdiri dari 2 metode → substractive litografi

→Aditive litografi



METODE PENELITIAN

3.1.1 Peralatan

- Gelas Beker
- Pipet Tetes
- Lampu UV 9 watt
- Mask
- Cawan petri
- Magnetik Stirer & Hotplat
- Magnetik Bar
- Kuvet
- Neraca Digital
- Mikroskop Optik
- Fiber Optik *Single Mode*
- Laser HeNe
- *Personal Computer*
- Lampu Halogen 20 Watt
- Dimmer Lamp
- *Genesys 10S Spectrophotometer UV-Vis*
- SEM (*Scanning Elektron Microscope*)
- pH meter
- Furnice
- *Crusibel*
- *Alumunium Foil*

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- *Aquades*
- $TiCl_3$ 15% Merck
- NH_4OH 28,9%
- MMA (*Methyl Methacrylate*)
- Alkohol 70%
- Aseton
- Substrat corning glass
- *Etanol*
- NaOH
- *Terpineol*
- *Etyl Collulose*

METODE PENELITIAN

Mulai

Studi Literatur

Preparasi Substrat Kaca

Sintesis TiO_2 Nano

Pembuatan *Y-branch* TiO_2 dengan *litografi*

Pembuatan *ridge waveguide* TiO_2 dengan *litografi*

Spin-coating larutan MMA_1 diatas lapisan TiO_2

Spin-coating larutan MMA_2 diatas lapisan TiO_2

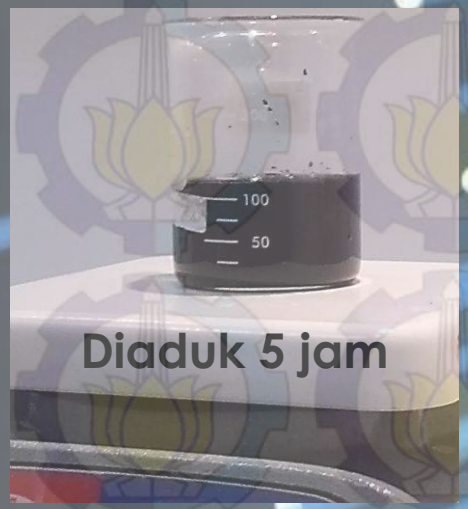
Karakterisasi *channel Y-branch* dan *Rib waveguide*

Dibandingkan Daya input dan output

Hasil

METODE PENELITIAN

Sintesis TiO2 Anatase dan Pembuatan Larutan TiO2



Diendapkan Semalam dan dicuci

Kasinasi 300C/ 3 jam

Uji XRD

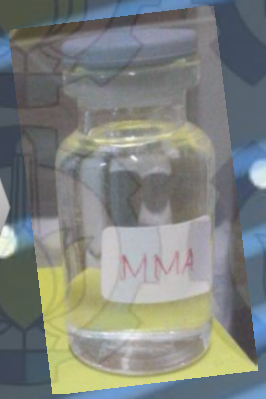
METODE PENELITIAN

Pembuatan Koloid TiO2 (A.Hosseini,2013)

Ethyl cellulose 0,5 gr
Terpineol 14 gr
TiO2 1 gr

Diaduk 1 jam

MMA yang digunakan sudah berbentuk larutan



Pengujian Transmitansi Koloid TiO2

METODE PENELITIAN

Preparasi Substrat

Pemotongan substrat kaca ITO 1x1 cm & 1x2 cm

Dibersihkan dgn larutan deterjen

Dicuci dgn Aquades & dikeringkan hingga benar2 kering

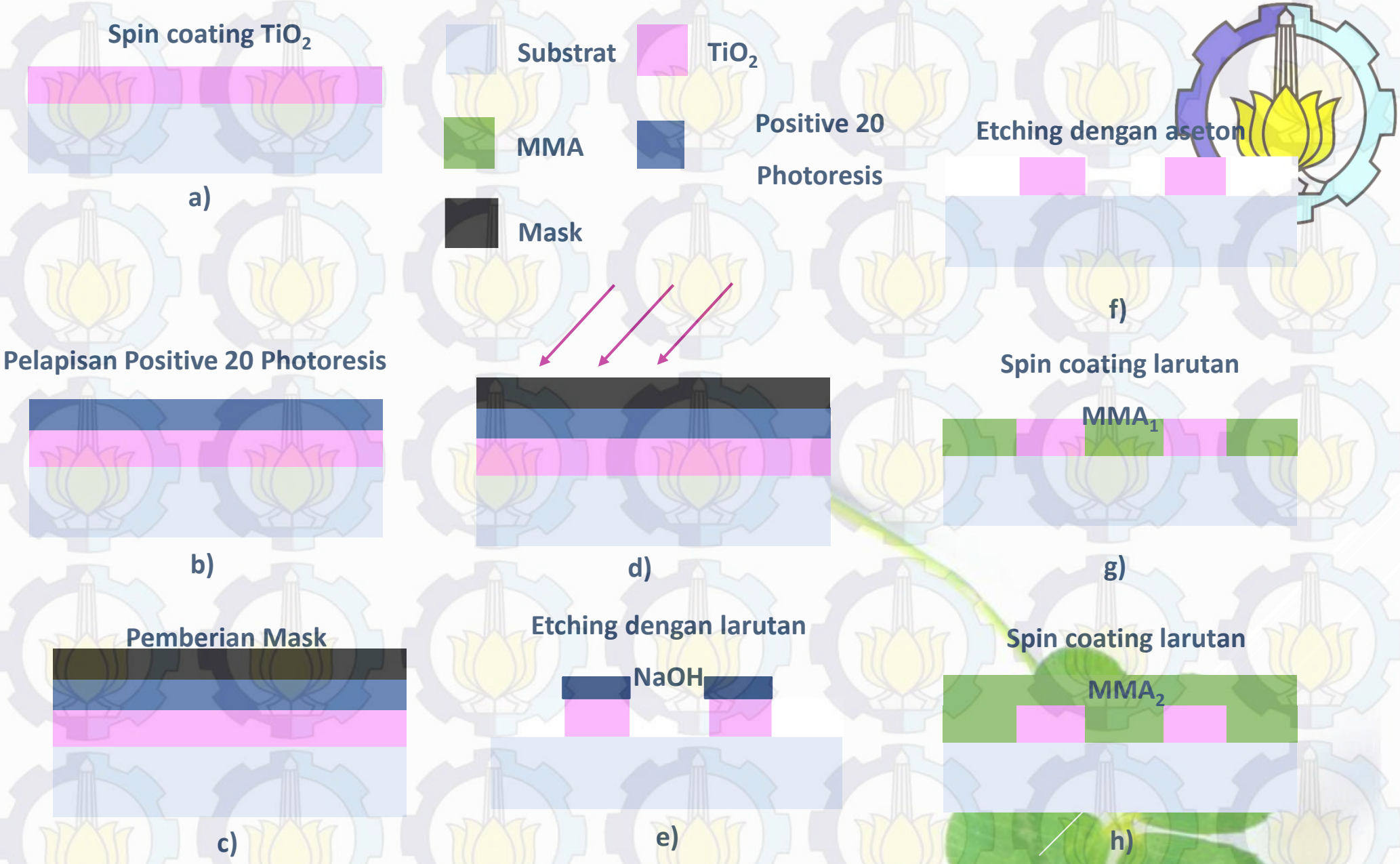
Substrat direndam dengan Alkohol 70%

Dibersihakan dengan Ultasonic Cleaner selama 1 jam

Substrat dikeringkan

Siap digunakan

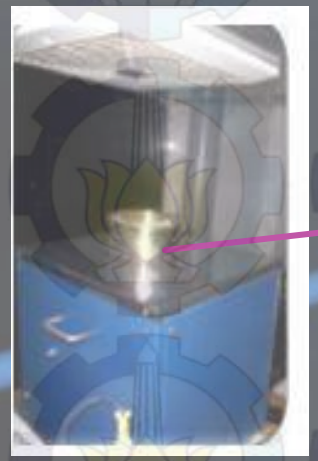
METODE PENELITIAN



Gambar 3.5 Proses Fabrikasi *channel* Y-*branch* dengan menggunakan Litografi

METODE PENELITIAN

Pelapisan TiO_2



a)

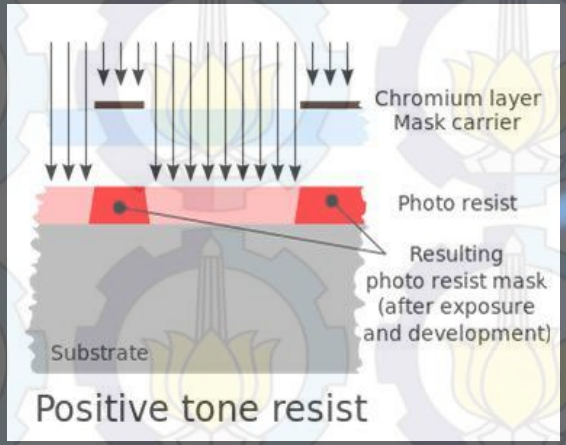
b)

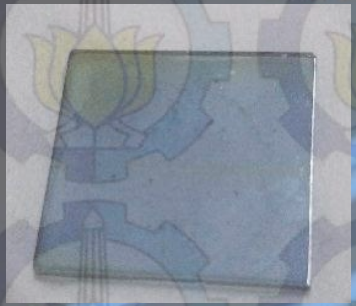
Gambar 4.5 Proses *Spin-Coating* a) Perangkat *Spin-coating* b) Proses pelapisan dengan *spin-coating*

METODE PENELITIAN

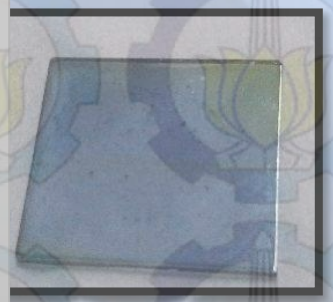
❑ Pelapisan photoresist positif

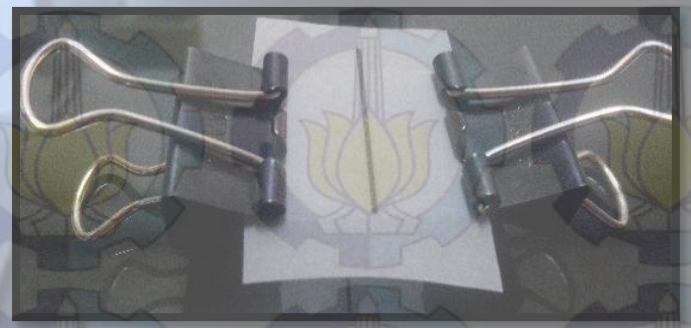
- material yang sensitive terhadap sinar UV dan digunakan untuk membuat lapisan yang berpola pada permukaannya.
- Pada *positive resist* lapisan yang terbentuk adalah lapisan yang tertutup dengan mask (tidak terkena sinar UV). Yang mana bagian yang terkena sinar UV menjadi larut dengan *developer* dan bagian yang tertutup akan tetap ada

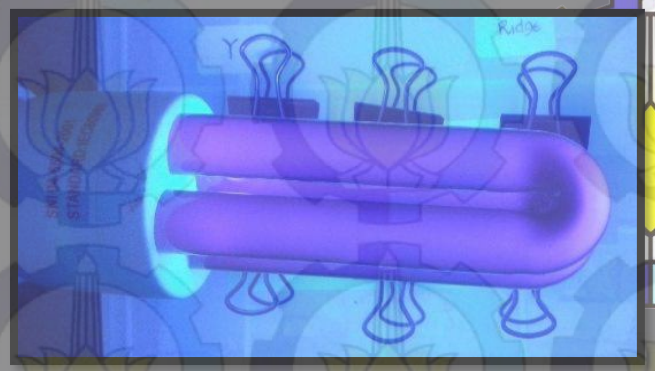


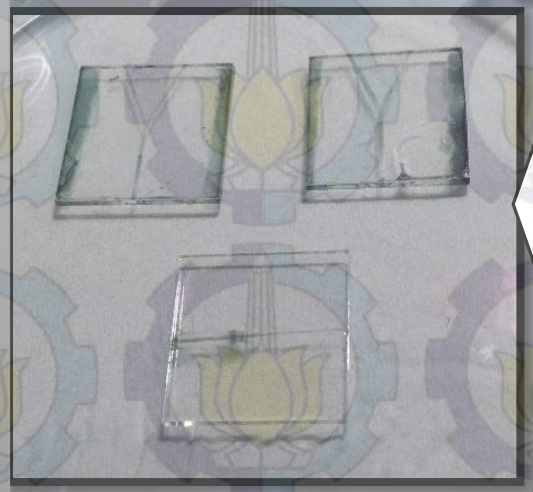


METODE PENELITIAN





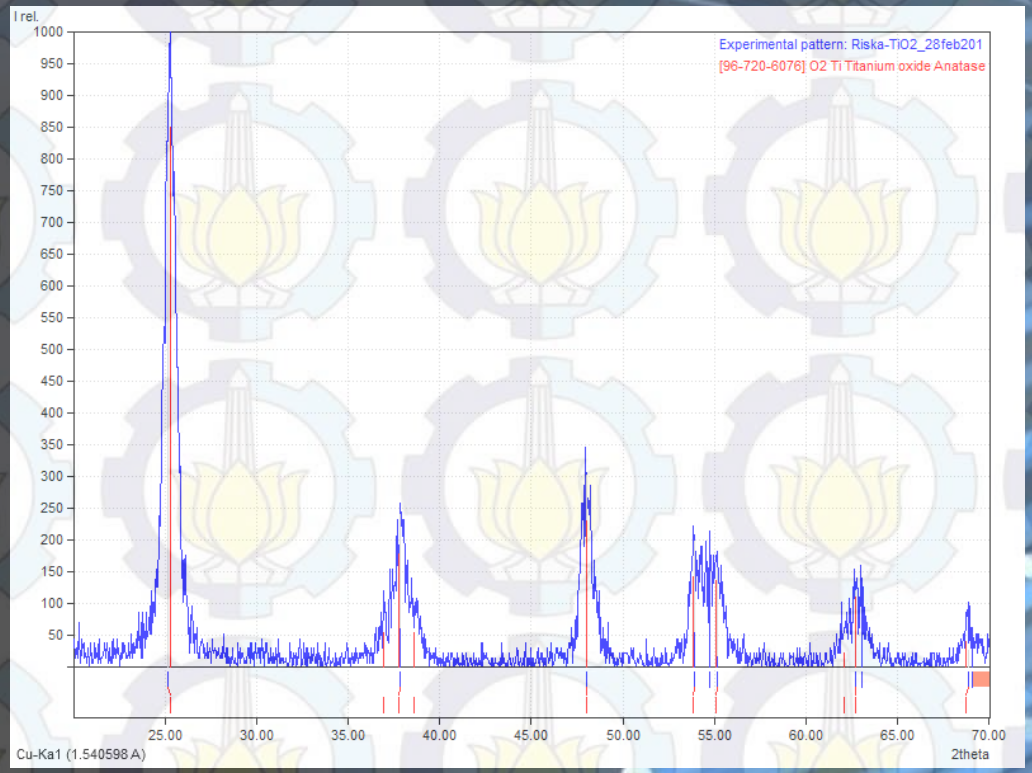




ANALISA DATA

DAN PEMBAHASAN

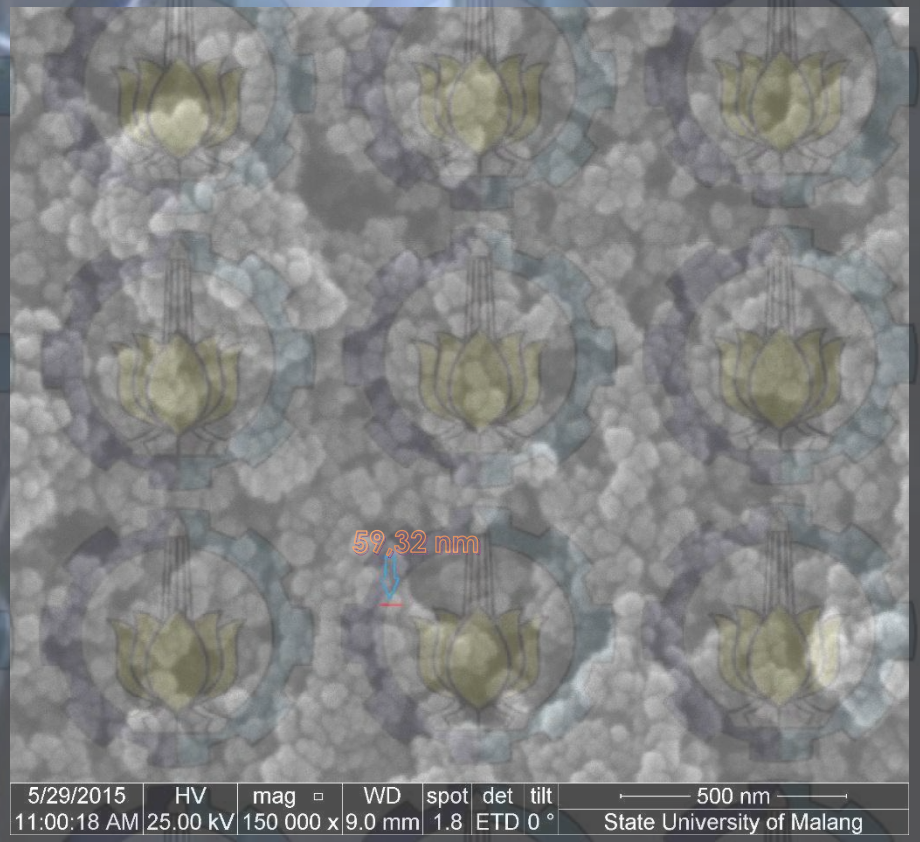
Analisa serbuk dan koloid TiO2



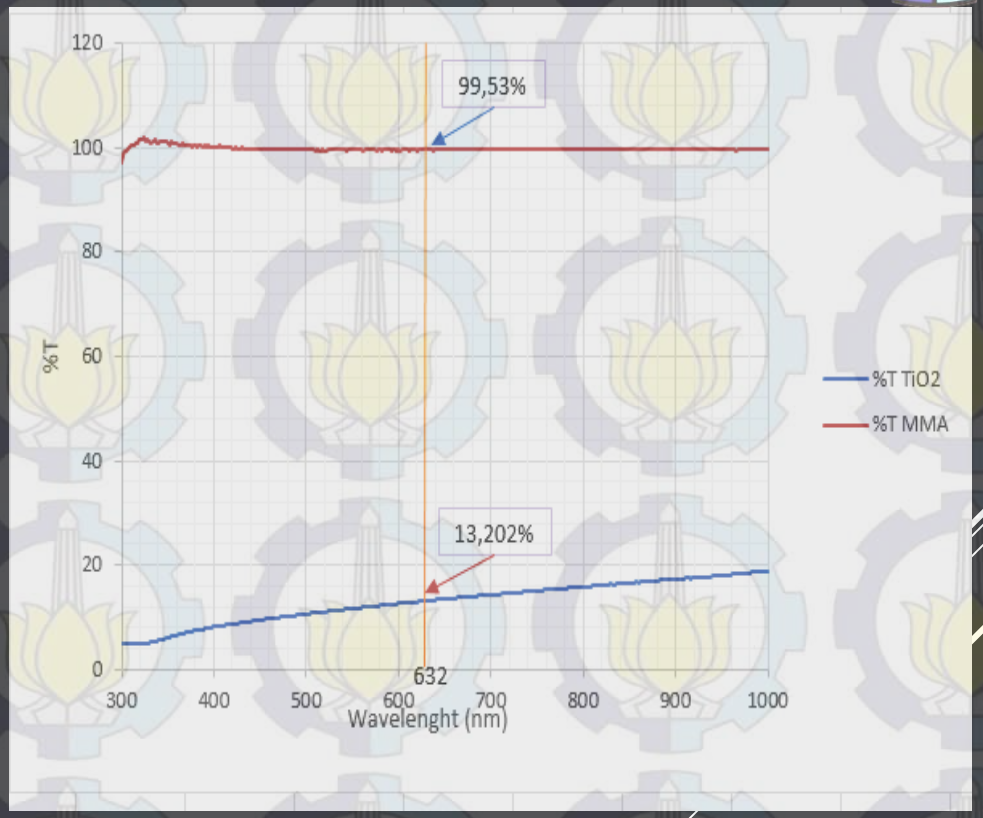
Gambar 4.1 Hasil XRD dari serbuk TiO_2 dengan metode kopresipitas dengan pengadukan 5 jam

- Fasa yang terbentuk adalah fasa Anatase
- Ukuran kristal 11,4 nm

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN



Gambar 4.2 Hasil SEM permukaan lapisan TiO_2

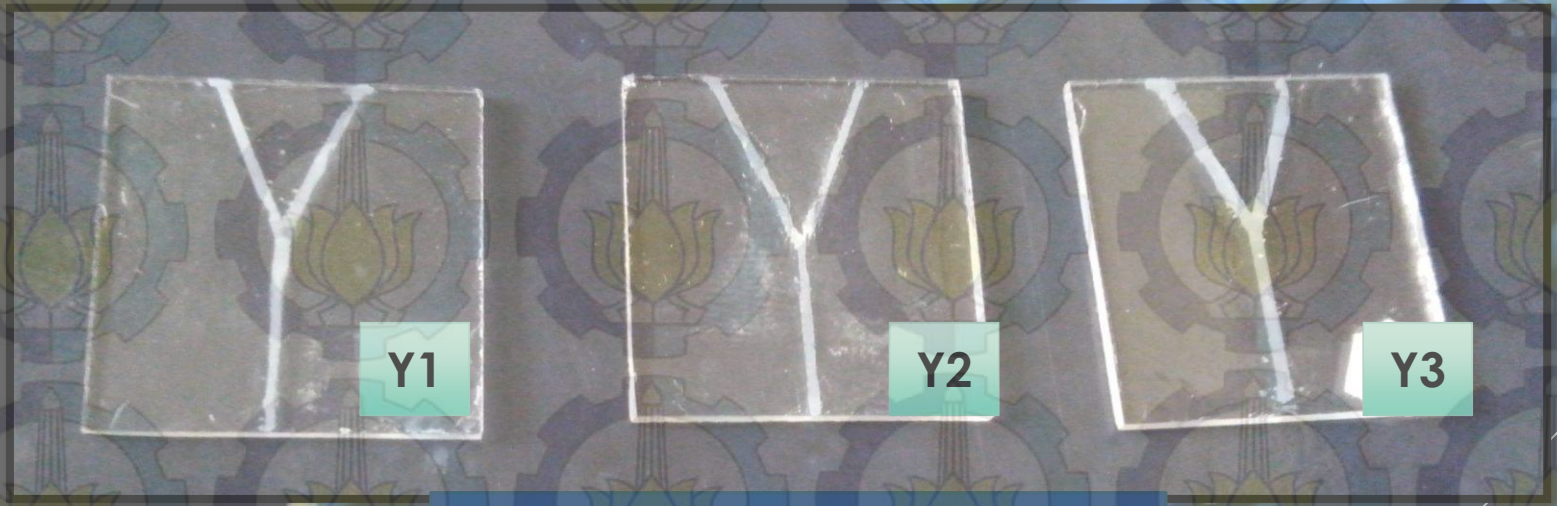


Gambar 4.4 Hasil uji transmitansi koloid TiO_2 dan larutan MMA

Sumber Input bisa digunakan Laser HeNe (λ=633 nm)

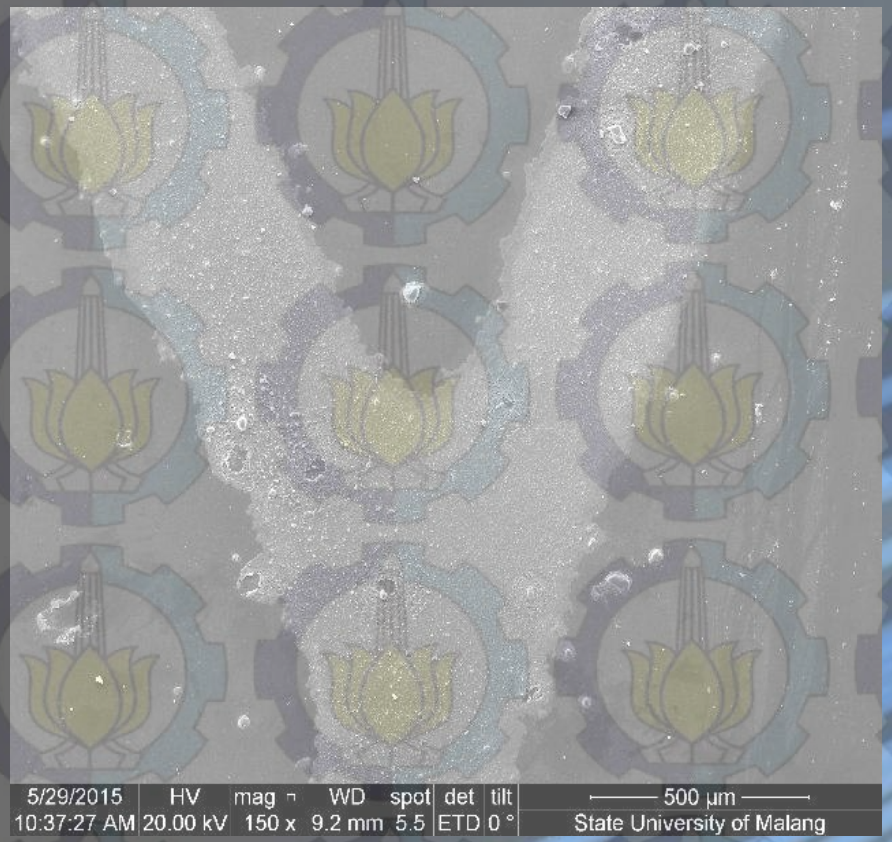
Analisa Fabrikasi Y-branch dan Ridge Waveguide

Ridge Waveguide

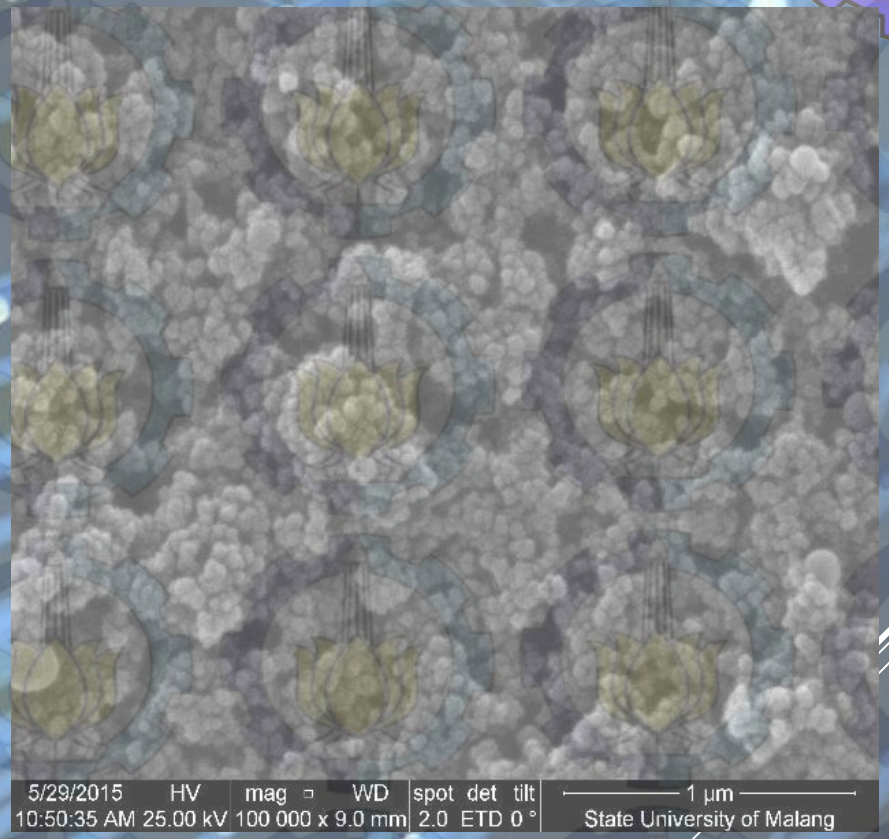


Chanell Waveguide

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN



(a)



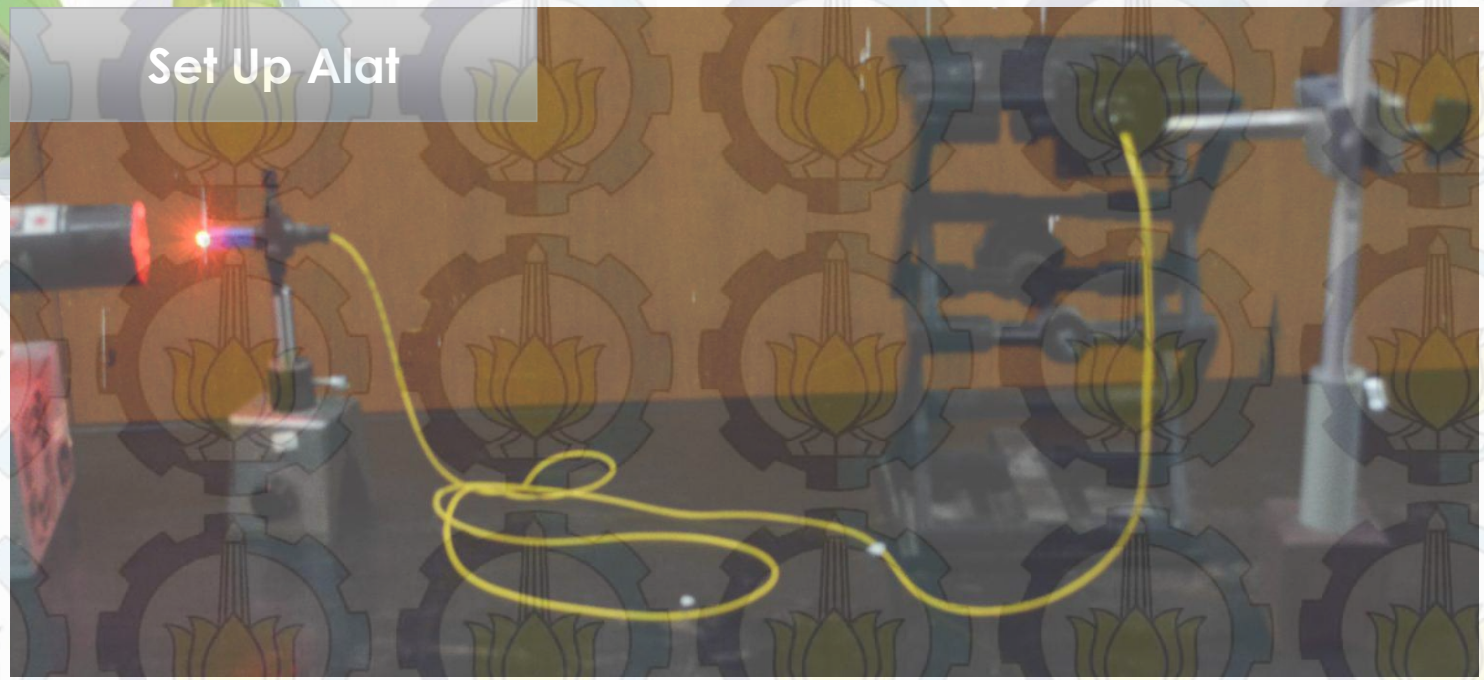
(b)

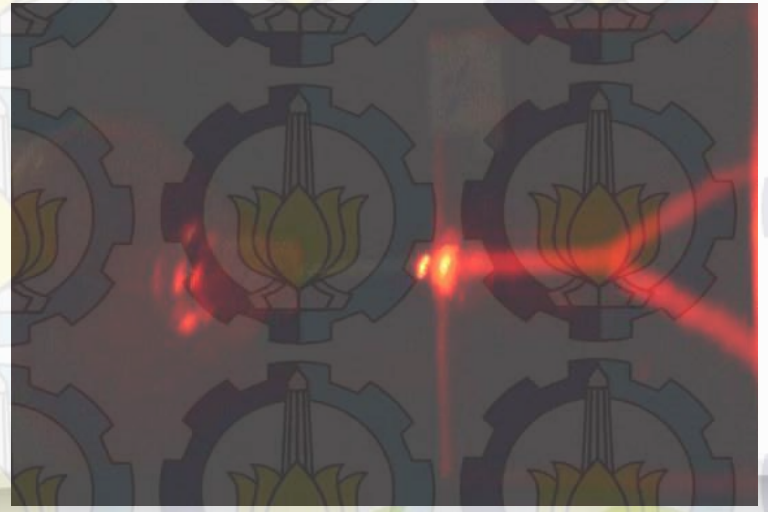
Gambar 4.12. Morfologi guide TiO_2 pada *channel Y-branch* (a) Permukaan *channel Y-branch* (b) Permukaan *Channel Y-branch* dengan perbesaran 150.000x

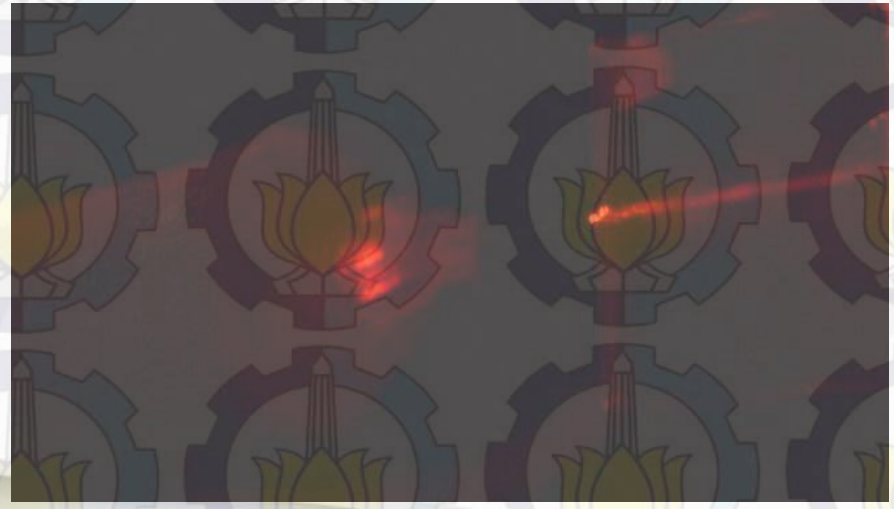
ANALISA DATA

DAN PEMBAHASAN

Set Up Alat

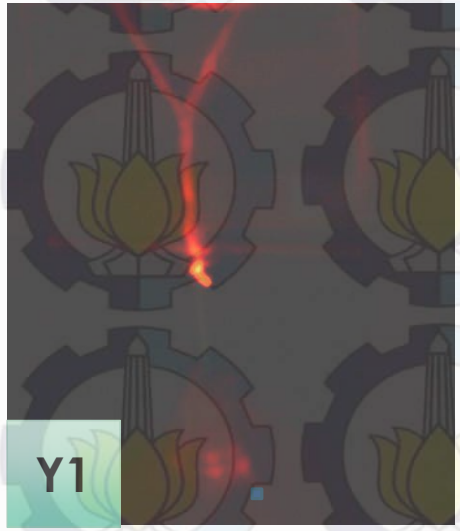


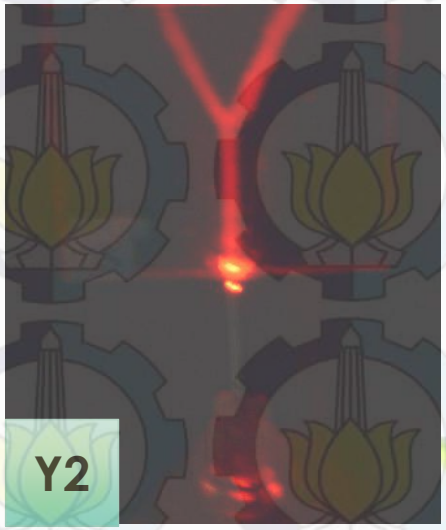


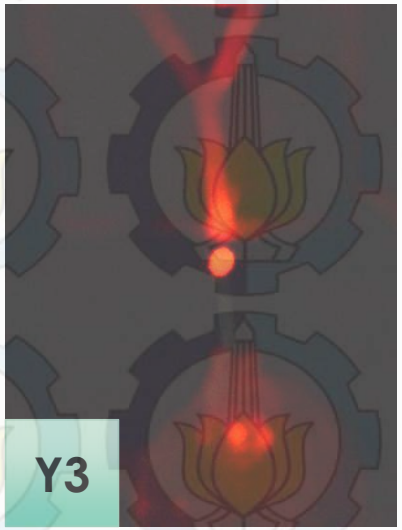


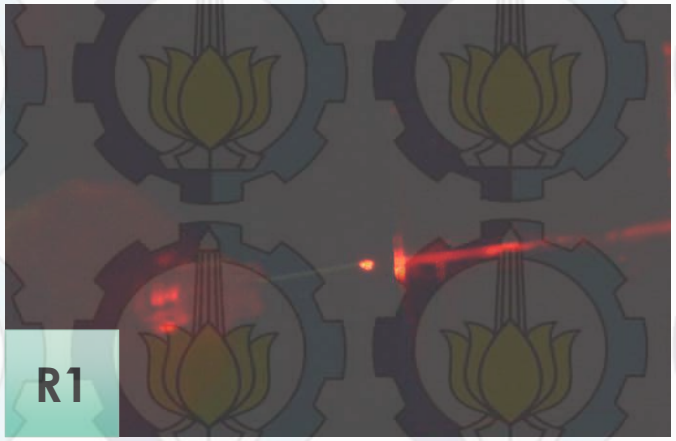
Gambar 4.14 Propagasi Laser HeNe (a) Channel Y-branch (Y1) (b) Ridge Waveguide (R2)

Tampak Atas Channel Y-branch saat di beri input Laser HeNe

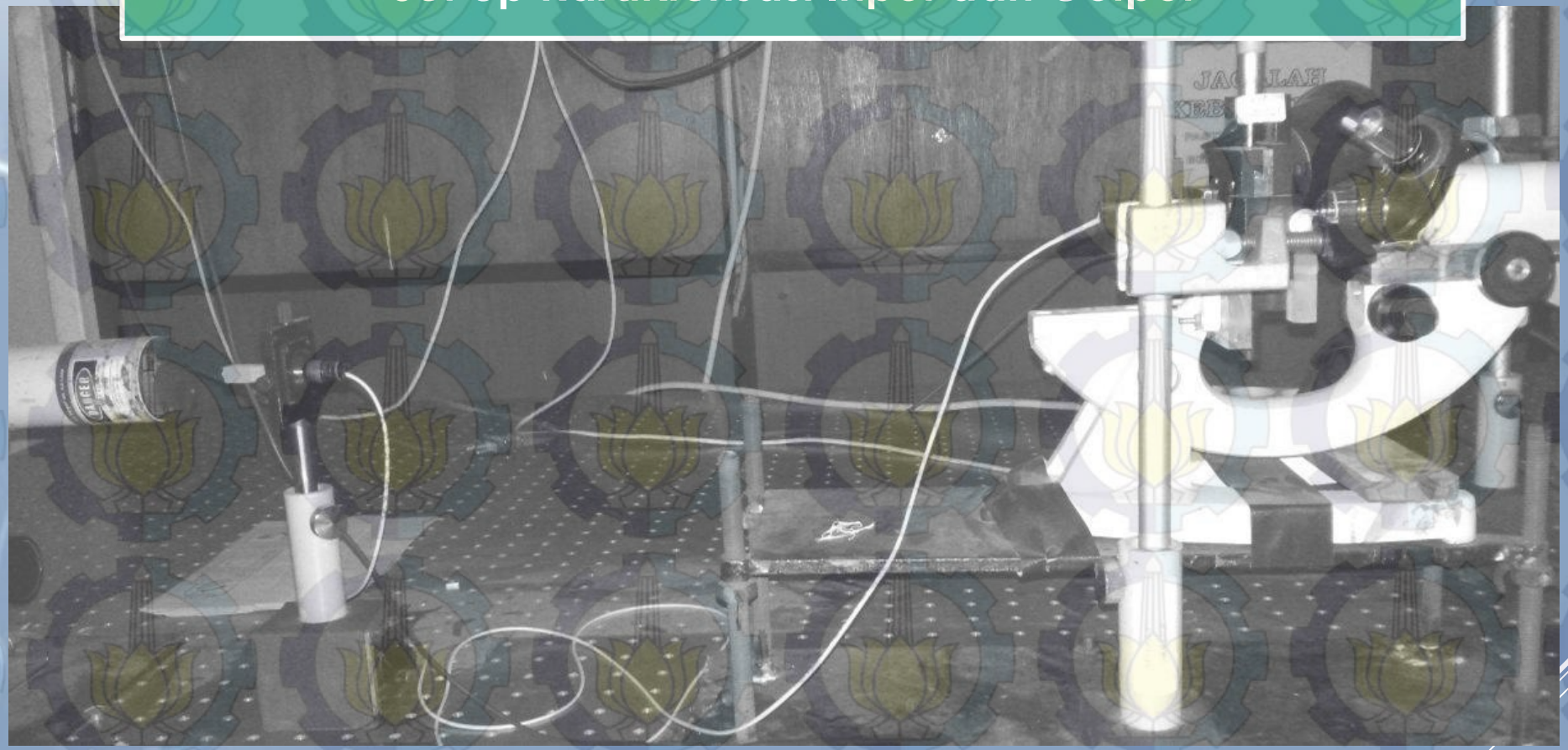








Set Up Karakterisasi Input dan Output



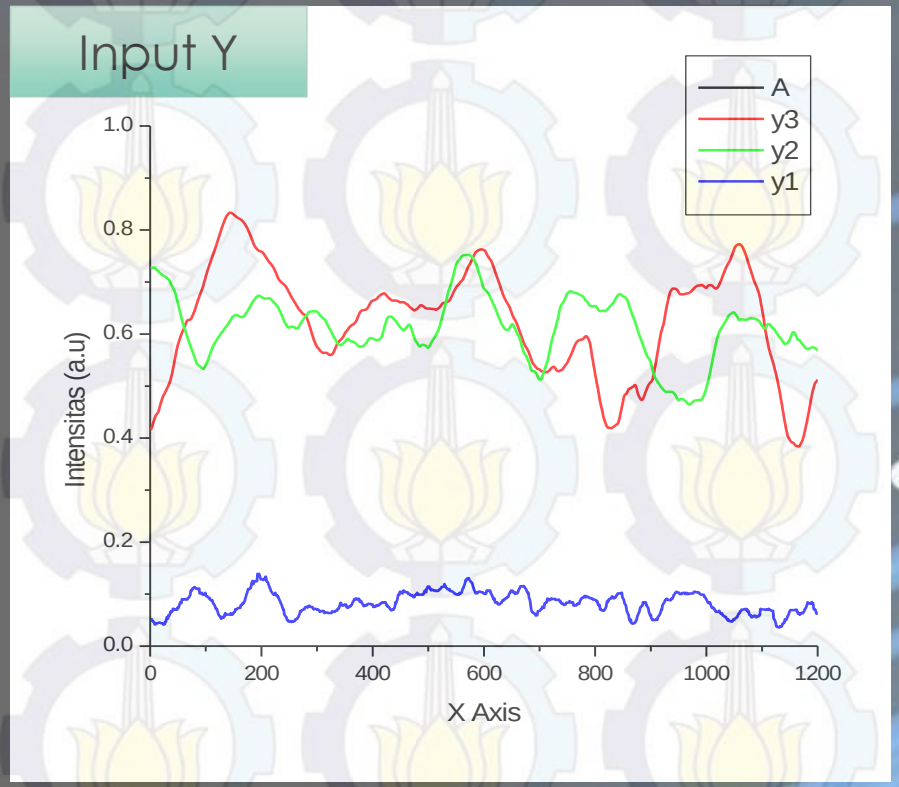
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Hasil pengukuran ketebalan dan lebar Guide TiO_2

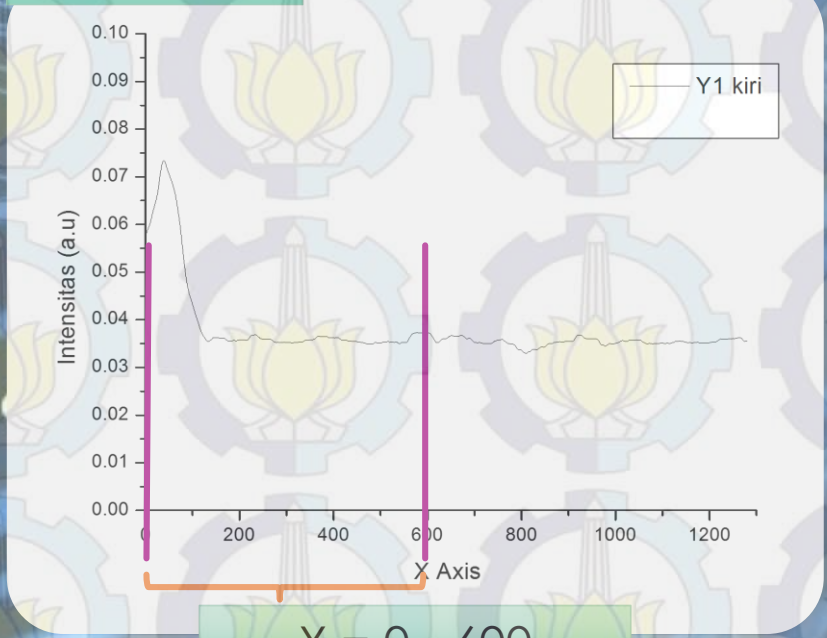
	Nama Sampel	Ketebalan guide TiO2 (μm)		Lebar guide TiO2 (μm)
Y-branch	Y1	Kanan	29,12	603,2
		Kiri	14,56	630,24
	Y2	Kanan	13,2	664,2
		Kiri	19,8	508,8
	Y3	Kanan	33,32	1078,14
		Kiri	29,75	954,38
Ridge Waveguide	R1	38,22		481,425
	R2	34,542		672.66
	R3	24,986		676,544

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

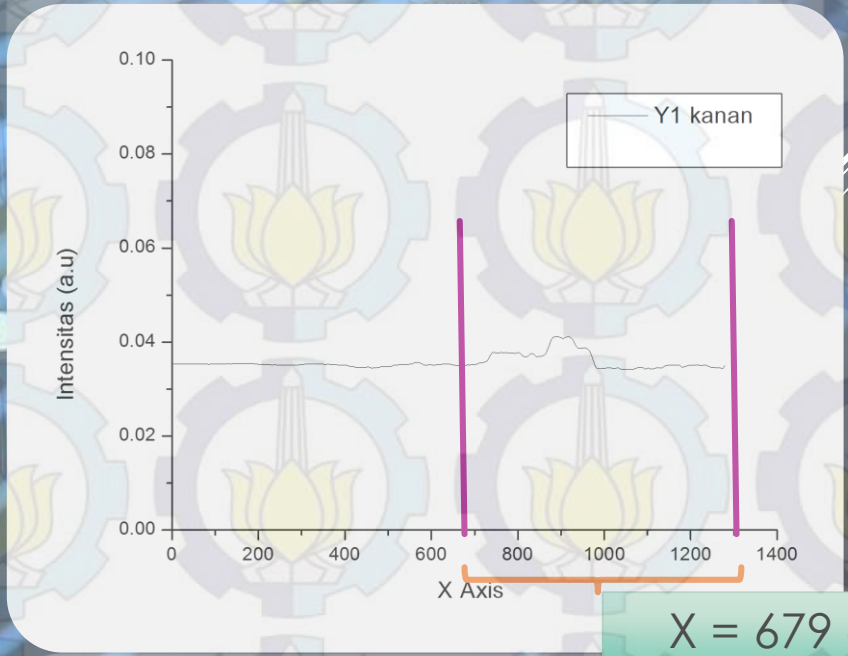
Input Y



Output Y



X = 0 - 600



X = 679 -1259

ANALISA DATA

DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.2 Nilai rata-rata intensitas output dan input pada guide TiO_2

Intensitas (a.u)				Rata-Rata	Daya (a.u)
Input	Y3			0.615	786.9412
	Y2			0.608	777.2727
	Y1			0.083	786.9412
	R1			0.209	268.5728
	R2			0.216	275.8878
	R3			0.656	839.7201
Output	Y3	kanan		0.039	49.8907
		kiri		0.04	51.4359
	Y2	Kanan		0.039	49.8552
		Kiri		0.038	48.1594
	Y1	Kanan		0.036	49.8907
		Kiri		0.038	51.4359
	R1			0.093	118.8848
	R2			0.085	108.5005
	R3			0.293	374.8149

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.3 Hasil perhitungan loss propagation dari *channel Y-branch* dan *Ridge waveguide*

Nama Sampel		Loss daya (%)
R1		55.73461
R2		60.67224
R3		55.36431
Y3	kanan	43.66017
	kiri	43.46382
Y2	Kanan	43.58588
	Kiri	43.58588
Y1	Kanan	43.66017
	Kiri	43.46382

KESIMPULAN

- Material TiO_2 yang digunakan sebagai guide *berfasa Anatase* dengan ukuran kristal 11,4 nm.
- Proses fabrikasi dengan metode litografi menggunakan *positif 20 phothoresis* serta metode *spin-coating* dihasilkan *channel Y-branch* dengan ketebalan terendah 13,2 µm dan lebar *guide* terendah 481,425 µm.
- Fabrikasi dengan metode *lithografi* ini menghasilkan *channel Y-branch* dan ridge waveguide yang bersifat multi mode.
- Fabrikasi dengan ukuran ketebalan mikrostruktur ini mampu memandukan cahaya laser HeNe dengan panjang gelombang 632,8 nm
- Fabrikasi *channel Y-branch* TiO_2 yang telah dilakukan didapatkan nilai loss dayanya sebesar 43,46 %. Sedangkan untuk *Riage Waveguide* adalah loss dayanya sebesar 55,36 %.

TERIMA KASIH