

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Interferometer.....	4
2.2 Serat Optik.....	4
2.3 Sensor.....	5
2.3.1 Sensor Hidrogen Berbasis <i>Surface Plasmon Resonance</i> (SPR).....	6
2.3.2 Sensor Hidrogen Berbasis Interferometer.....	10
2.3.3 Sensor Hidrogen Berbasis <i>Fiber Bragg Grating</i> (FBG).....	25
2.3.4 Sensor Hidrogen dengan Lapisan Katalis Film Pd/Pt.....	33
2.4 Gas Hidrogen.....	53
2.5 Paladium (Pd).....	53
2.6 Platina (Pt).....	54
BAB III METODE PENELITIAN.....	55

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	55
3.2 Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	57
BAB V PENUTUP.....	61
5.1 KESIMPULAN .....	61
5.2 SARAN .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62

**DAFTAR TABEL**

<b>Nomor</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1	Tabel sensitivitas dan waktu respon sensor gas hidrogen	57

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1.	Struktur dasar serat optik (Keiser, 1991) .....	5
Gambar 2.2.	Sensor hidrogen SPR dengan struktur serat optik <i>hetero-core</i> (Hosoki <i>et al.</i> , 2013) .....	7
Gambar 2.3.	<i>Set-up</i> eksperimen pendeteksian konsentrasi gas hidrogen (Hosoki <i>et al.</i> , 2013) .....	8
Gambar 2.4.	Waktu respon sensor terhadap perubahan <i>optical loss</i> pada sensor hidrogen SPR <i>hetero-core</i> dengan film <i>multi-layer</i> pada 25 nm Au/60 nm Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / (a) 5 nm Pd (b) 3 nm Pd untuk 0% dan 4-% H <sub>2</sub> (Hosoki <i>et al.</i> , 2013) .....	9
Gambar 2.5.	Skema sensor hidrogen Fabry-Perot Interferometer (Zhang, Yang and Wang, 2014).....	10
Gambar 2.6.	Skema <i>set-up</i> eksperimen uji sensor hidrogen (Zhang, Yang and Wang, 2014).....	11
Gambar 2.7.	(a) Spektrum sensor hidrogen (b) Spektrum sensor suhu (Zhang, Yang and Wang, 2014).....	12
Gambar 2.8.	Hubungan antara konsentrasi volume hidrogen dan pergeseran panjang gelombang pada (a) sensor hidrogen (b) sensor suhu (Zhang, Yang and Wang, 2014).....	13
Gambar 2.9.	Hasil uji suhu pada sensor hidrogen dan sensor suhu yang menggunakan FPI (Zhang, Yang and Wang, 2014) .....	13
Gambar 2.10.	Struktur sensor hidrogen yang dilapisi dengan Pt-loaded WO <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> serbuk (Li, Zhao, <i>et al.</i> , 2018) .....	14
Gambar 2.11.	<i>Set-up</i> eksperimen pada pengukuran respon hidrogen (Li, Zhao, <i>et al.</i> , 2018) .....	15
Gambar 2.12.	(a) Spektrum refleksi dari struktur sensor dalam kisaran konsentrasi hidrogen 0-2.4% (b) <i>Envelope</i> terbawah dari spektrum refleksi (Li, Zhao, <i>et al.</i> , 2018) .....	16
Gambar 2.13.	Hubungan antara konsentrasi hidrogen dan pergeseran panjang gelombang puncak (Li, Zhao, <i>et al.</i> , 2018).....	16
Gambar 2.14.	Hubungan antara waktu respon dan panjang gelombang puncak dengan konsentrasi hidrogen 2.0% hingga 2.4% (Li, Zhao, <i>et al.</i> , 2018) .....	17
Gambar 2.15.	(a) Struktur diagram FPI (b) Struktur FPI 3D (Zhou <i>et al.</i> , 2020). 18	

Gambar 2.16.. <i>Set-up</i> eksperimen sensor hidrogen (Zhou <i>et al.</i> , 2020).....	19
Gambar 2.17. Perubahan panjang lengan sebagai fungsi dari konsentrasi hidrogen (Zhou <i>et al.</i> , 2020) .....	20
Gambar 2.18. <i>Set-up</i> eksperimental sistem sensor hidrogen (Wu <i>et al.</i> , 2018) ....	21
Gambar 2.19. Spektrum transmisi sensor Sagnac (a) tanpa efek vernier (b) dengan efek vernier (Wu <i>et al.</i> , 2018).....	23
Gambar 2.20. Spektrum transmisi pada sensor berdasarkan efek vernier dengan konsentrasi (Wu <i>et al.</i> , 2018).....	24
Gambar 2.21. Pergeseran <i>envelope</i> pada sensor berdasarkan efek vernier dengan konsentrasi hidrogen 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6% dan 0.8% (Wu <i>et al.</i> , 2018) .....	24
Gambar 2.22. Hubungan antara konsentrasi hidrogen dan pergeseran <i>envelope</i> (Wu <i>et al.</i> , 2018) .....	25
Gambar 2.23. Skema sistem sensor FBG (Zhou <i>et al.</i> , 2016).....	26
Gambar 2.24. Struktur mikro spiral tunggal dan ganda (Zhou <i>et al.</i> , 2016) .....	27
Gambar 2.25. Skema sistem uji gas hidrogen (Zhou <i>et al.</i> , 2016).....	27
Gambar 2.26. Spektrum s-2 dalam keadaan yang berbeda (Zhou <i>et al.</i> , 2016)....	28
Gambar 2.27. (a) komposisi unsur film paduan Pd/Ag (b) SEM film P/Ag setelah <i>sputtering</i> (Zhou <i>et al.</i> , 2016) .....	29
Gambar 2.28. Respons sensing yang sesuai untuk sensor FBG terukir Pd/Ag pada konsentrasi hidrogen yang berbeda (a) sampel pertama (ss-1); (b) sampel kedua (ss-2) (Zhou <i>et al.</i> , 2016).....	30
Gambar 2.29. Kinerja sensor (a) dengan daya berbeda; (b) dengan <i>pitch</i> yang berbeda (spiral ganda); (c) dengan <i>pitch</i> yang berbeda (spiral tunggal); (d) sensor spiral tunggal dan ganda dengan parameter yang sama (Zhou <i>et al.</i> , 2016).....	31
Gambar 2.30. Respons siklus terhadap konsentrasi hidrogen 0.3% (Zhou <i>et al.</i> , 2016).....	33
Gambar 2.31. Proses <i>co-sputtering</i> (Liu and Li, 2016).....	34
Gambar 2.32. (a) Kekasaran ketebalan film paduan Pd/Y diukur dengan AFM (b) Ketebalan film paduan Pd/Y diukur dengan AFM (Liu and Li, 2016) .....	35
Gambar 2.33. Struktur sensor hidrogen dengan paduan film Pd/Y <i>multilayer</i> (Liu and Li, 2016).....	36
Gambar 2.34. <i>Set-up</i> eksperimen sistem sensor hidrogen (Liu and Li, 2016).....	36

Gambar 2.35. Peningkatan efek sensitivitas oleh film tipis paduan Pd/Y <i>multilayer</i> (Liu and Li, 2016).....	37
Gambar 2.36. Sinyal keluaran sensor dengan dua buah film yang terpapar dengan konsentrasi hidrogen yang berbeda (Liu and Li, 2016).....	37
Gambar 2.37. (a) Hubungan antara waktu respon dengan konsentrasi hidrogen yang berbeda (b) Hubungan antara sensitivitas dengan konsentrasi hidrogen yang berbeda (Liu and Li, 2016) .....	38
Gambar 2.38. proses pembuatan Pd/WO <sub>3</sub> (Zhang <i>et al.</i> , 2017).....	39
Gambar 2.39. Struktur HBFLM (Zhang <i>et al.</i> , 2017).....	40
Gambar 2.40. <i>Set-up</i> eksperimen HBFLM yang dilapisi dengan Pd/WO <sub>3</sub> (Zhang <i>et al.</i> , 2017).....	41
Gambar 2.41. (a) Interferensi spektrum HBFLM lapisan Pd/WO <sub>3</sub> pada konsentrasi hidrogen yang berbeda (b) hubungan antara konsentrasi hidrogen dan panjang gelombang resonansi (Zhang <i>et al.</i> , 2017).....	42
Gambar 2.42. Skema sensor hidrogen berbasis air-gap fiber Fabry-Perot interferometry (AG-FFPI) (Xu <i>et al.</i> , 2017).....	44
Gambar 2.43. <i>Set-up</i> eksperimen pada pengukuran hidrogen (Xu <i>et al.</i> , 2017)...	44
Gambar 2.44 (a) Respon sensor terhadap hidrogen dengan konsentrasi 0-4% (b) Hubungan antara konsentrasi dan panjang gelombang resonansi (Xu <i>et al.</i> , 2017).....	46
Gambar 2.45. (a) Segmen HCF disambungkan ke SMF (b) PDMS cair disisipkan ke HCF dan membentuk rongga tipe <i>double-C</i> . (c) WO yang mengandung Pt <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> serbuk ditanam dalam PDMS (Li, Shen, <i>et al.</i> , 2018).....	48
Gambar 2.46. Struktur sensor hidrogen (Li, Shen, <i>et al.</i> , 2018).....	49
Gambar 2.47. <i>Set-up</i> eksperimen sensor hidrogen (Li, Shen, <i>et al.</i> , 2018).....	50
Gambar 2.48. Spektrum refleksi dari struktur sensor hidrogen tipe <i>double-C</i> pada konsentrasi hidrogen 0%-1% (Li, Shen, <i>et al.</i> , 2018).....	51
Gambar 2.49. Hubungan antara perubahan konsentrasi dengan pergeseran panjang gelombang (Li, Shen, <i>et al.</i> , 2018) .....	51
Gambar 2.50. Variasi panjang gelombang dip ketika konsentrasi hidrogen terus-menerus beralih dari 0% menjadi ~ 1% pada suhu operasi 25 °C (Li, Shen, <i>et al.</i> , 2018).....	52