



FOTON

Jurnal Fisika dan Pembelajarannya

Volume 18, Nomor 1, Pebruari 2014

Studi Variasi Elektrolit terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cell*
Yoga Hari Prasetyo, Sayekti Wahyuningsih, Risa Suryana

*PV Hybrid Power System (PV-HPS): Solusi Alternatif Elektrifikasi Daerah
Terpencil*
Dadan Hamdani, Kadek Subagiada, Lambang Subagiyo

Pendugaan Struktur Kantong Magma Gunung Api Kelud Pasca Letusan Tahun
2007 Berdasarkan Data *Gravity* Menggunakan Metode Ekuivalen Titik Massa
Sandy Vikki Ariyanto, Sunaryo, Adi Susilo

Aplikasi *Fiber Coupler* sebagai Sensor Ketinggian Bahan Bakar Minyak
Samian, Supadi

Kajian Gerak Plasma Matahari di Bawah Pengaruh Medan Magnet
Berdasarkan Persamaan Navier Stokes
Sujito, Hari Wisodo, Bambang Setyahadi

Validitas Prototipe Media Tepat Guna dalam Pembelajaran Fisika di SMA
Edi Supriana, Mohamad Nur, Z. A. Imam Supardi

Peningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Melalui Penerapan
Pembelajaran REACT
Agus Suyudi, Yonanda

Pengaruh STAD dengan *Visual Scaffolding*
terhadap Prestasi Belajar Fisika Siswa
Isnaini Rahayu, Sentot Kusairi, Supriyono Koes H

Foton	Vol. 18	No. 1	Hal. 1 – 48	Malang Pebruari 2014	ISSN 1410 – 3273
-------	---------	-------	-------------	-------------------------	---------------------

FOTON

Jurnal Fisika dan Pembelajarannya

Volume 18, Nomor 1, Pebruari 2014

FOTON Jurnal Fisika dan Pembelajarannya berisi tulisan ilmiah tentang gagasan konseptual dalam bidang fisika, hasil penelitian, kajian pustaka, analisis dan aplikasi teori, resensi buku, dan pengajaran fisika. Terbit dua kali setahun pada bulan Februari dan Agustus.

Ketua Penyunting
Supriyono Koes

Wakil Ketua Penyunting
Muhardjito

Penyunting Ahli
Arif Hidayat (UM)
Wartono (UM)
Lia Yuliaty (UM)
Sutopo (UM)
Markus Diantoro (UM)
Siti Zulaikah (UM)

Penyunting Pelaksana
Eny Latifah

Tata Usaha
Putut Januarto

Alamat Penyunting dan Tata Usaha: Jurusan Fisika FMIPA UM Jl. Semarang No. 5 Malang 65145, Gedung Fisika. **Telepon:** (0341) 552125 (sambungan langsung) dan (0341) 551312 psw 202. **E-mail:** eny.latifah.fmipa@um.ac.id.

FOTON diterbitkan oleh Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang. **Dekan:** Arif Hidayat. **Ketua Jurusan:** Markus Diantoro. Terbit pertama kali tahun 1997 dengan nama FOTON.

Penyunting menerima sumbangan tulisan yang belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain. Naskah diketik dengan spasi rangkap pada kertas A4 menggunakan MS-Word atau Latex, panjang 12 – 20 halaman sebanyak 2 eksemplar beserta disketnya. Naskah yang masuk dievaluasi oleh penyunting Ahli dan atau Peninjau Ahli. Penyunting dapat melakukan perubahan pada tulisan yang dimuat untuk keseragaman format, tanpa mengubah maksud dan isinya. Langganan 2 nomor setahun Rp. 100.000,00. Uang langganan dapat dikirimkan dengan wesel ke alamat Redaksi atau melalui Bank BNI CAPEM UM Jl. Surabaya 4 Malang, Rekening No: 0052448644 atas nama Eny Latifah.

Jurnal ini diterbitkan di bawah pembinaan Tim Pengembang Jurnal Universitas Negeri Malang. **Pembina:** H. Suparno (Rektor). Penanggung Jawab: H. Hendyat Soetopo (PR I). **Ketua:** Ali Saukah. **Anggota:** Ah. Suhadi Ibnu, H. Amat Mukhadis, Mulyadi Guntur Wasesa, Margono, H. Iman Agus Basuki. **Staf Teknis:** H. Amin Sidiq, Aminarti S. Wahyuni. **Pembantu Teknis:** Wahyudi Setiawan, Rahayu Basri Martini, Suwadi.

FOTON

Jurnal Fisika dan Pembelajarannya

Volume 18, Nomor 1, Pebruari 2014

DAFTAR ISI

Studi Variasi Elektrolit terhadap Kinerja <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC) <i>Yoga Hari Prasetyo, Sayekti Wahyuningsih, Risa Suryana</i>	1 - 4
PV <i>Hybrid Power System</i> (PV-HPS): Solusi Alternatif Elektrifikasi Daerah Terpencil <i>Dadan Hamdani, Kadek Subagiada, Lambang Subagiyo</i>	5 - 10
Pendugaan Struktur Kantong Magma Gunung Api Kelud Pasca Letusan Tahun 2007 Berdasarkan Data <i>Gravity</i> Menggunakan Metode Ekuivalen Titik Massa <i>Sandy Vikki Ariyanto, Sunaryo, Adi Susilo</i>	11 - 18
Aplikasi <i>Fiber Coupler</i> sebagai Sensor Ketinggian Bahan Bakar Minyak <i>Samian, Supadi</i>	19 - 22
Kajian Gerak Plasma Matahari di Bawah Pengaruh Medan Magnet Berdasarkan Persamaan Navier Stokes <i>Sujito, Hari Wisodo, Bambang Setyahadi</i>	23 - 28
Validitas Prototipe Media Tepat Guna dalam Pembelajaran Fisika di SMA <i>Edi Supriana, Mohamad Nur, Z. A. Imam Supardi</i>	29 - 36
Peningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Melalui Penerapan Pembelajaran REACT <i>Agus Suyudi, Yonanda</i>	37 - 42
Pengaruh STAD dengan <i>Visual Scaffolding</i> terhadap Prestasi Belajar Fisika Siswa <i>Isnaini Rahayu, Sentot Kusairi, Supriyono Koes H</i>	43 - 48

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penerbitan Jurnal FOTON edisi Pebruari 2014 ini dapat terwujud.

Jurnal FOTON volume 18 nomor 1 ini menyajikan delapan artikel dengan rincian lima artikel bidang fisika dan tiga artikel bidang pembelajaran fisika. Sajian artikel jurnal Foton ini diharapkan mampu meningkatkan wawasan dan menginspirasi pembaca untuk melakukan penelaahan, penelitian dan penulisan secara berkelanjutan, juga melalui pelaksanaan sitasi. Dengan penuh hormat penyunting mengharap partisipasi pembaca untuk menyumbangkan artikel pada penerbitan edisi berikutnya.

Penyunting mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dan berkerja keras membantu penerbitan volume 18 nomor 1 2014 ini. Semoga kehadiran Jurnal Foton meningkatkan produktifitas akademik bagi masyarakat, khususnya akademisi dan praktisi bidang Fisika dan pendidikannya. Mohon maaf atas segala keterbatasan dan kekurangan.

Penyunting

PETUNJUK BAGI PENULIS

1. Naskah belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain, diketik dengan spasi rangkap pada kertas A4, panjang 12-20 halaman dengan menggunakan MS Word atau Latex dan dikirimkan melalui email eny.latifah.fmipa@um.ac.id paling lambat 3 bulan sebelum bulan penerbitan.
2. Artikel yang dimuat dalam jurnal Foton meliputi tulisan tentang hasil penelitian, gagasan konseptual, kajian teori, aplikasi teori, tinjauan kepustakaan, dan resensi buku baru.
3. Semua karangan ditulis dalam bentuk esai, disertai judul subbab (*heading*) dengan masing-masing bagian. Peringkat judul subbab dinyatakan angka arab.
4. Setiap artikel harus disertai (a) abstrak maksimum 200 kata, (b) kata kunci, (c) identitas penulis, (d) pendahuluan yang berisi latar belakang dan tujuan atau ruang lingkup tulisan, (e) kajian pustaka, (f) metode, (g) hasil dan pembahasan, (h) kesimpulan, dan (i) daftar rujukan.
5. Daftar rujukan disajikan mengikuti penomoran dan kronologis, seperti contoh berikut

[1] Austin, George, T. 1996. *Industri Proses Keramik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

[2] Aoyama, K., Minowa, J. 1977. Optical demultiplexer for a wavelength division multiplexing system. *Appl. Optics* Vol.18. h. 1253-1258.

6. Naskah diketik dengan memperhatikan aturan penggunaan tanda baca dan ejaan yang dimuat dalam *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan* (Depdikbud, 1987).

Aplikasi *Fiber Coupler* sebagai Sensor Ketinggian Bahan Bakar Minyak

SAMIAN¹, SUPADI¹

¹ Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Email: samian@fst.unair.ac.id

ABSTRAK: Ketinggian bahan bakar solar, premium, dan pertamax dalam tangki mampu dideteksi menggunakan *fiber coupler* dan membran dari bahan *nitrile polymer* sebagai komponen sensor. Mekanisme kerja sensor didasarkan atas prinsip tekanan hidrostatik zat cair. Tekanan terhadap membran yang dilapisi aluminium foil terletak di dasar tangki bergantung pada ketinggian bahan bakar minyak. Deteksi ketinggian bahan bakar dilakukan melalui perubahan daya optis cahaya pantulan dari membran yang bertindak sebagai reflektor. *fiber coupler* berfungsi memandu cahaya menuju membran dan sekaligus menerima cahaya pantulan dari membran untuk dipandu ke detektor optis. Dengan demikian perubahan ketinggian bahan bakar minyak terdeteksi melalui tegangan keluaran detektor optis. Hasil eksperimen memperlihatkan kinerja sensor mampu mendeteksi perubahan ketinggian terkecil sebesar 1 cm dengan jangkauan deteksi ketinggian 4 cm - 149 cm untuk ketiga jenis bahan bakar minyak.

KATA KUNCI : sensor ketinggian bahan bakar minyak, hidrostatik, fiber coupler.

1 PENDAHULUAN

Deteksi ketinggian zat cair (*liquid level sensor*) dapat dilakukan menggunakan metode optis. Metode tersebut diantaranya penggunaan probe berbentuk kerucut berbahan transparan [1] dan prisma [2] yang terhubung dengan serat optik serta *Fiber Bragg Grating* yang terhubung dengan pelambung [3]. Di samping itu, *fiber coupler* juga telah mampu diaplikasikan sebagai sensor ketinggian air [4]. Prinsip kerja sensor tersebut adalah *fiber coupler* mendeteksi perubahan intensitas cahaya pantulan dari membran yang tertekan secara hidrostatik. Membran yang digunakan terbuat dari bahan latex yang dilapisi reflektor dari bahan *aluminium foil*. Mekanisme kerja sensor ketinggian air tersebut tidak menggunakan sinyal listrik maupun gerakan mekanis yang dapat memicu percikan api.

Karena sifat sensor ketinggian zat cair menggunakan *fiber coupler* yang tidak menimbulkan percikan api tersebut, maka sensor tersebut sangat sesuai digunakan untuk mendeteksi ketinggian bahan bakar minyak (BBM). Seperti diketahui bahwa

perangkat untuk mendeteksi ketinggian BBM diharuskan tidak menghasilkan percikan api agar tidak menimbulkan kebakaran maupun ledakan. Untuk keperluan tersebut, membran yang semula dari bahan latex digantikan dengan membran yang terbuat dari bahan *nitrile polymer* karena tidak mengalami kerusakan ketika kontak langsung dengan ketiga jenis BBM tersebut. Dengan demikian, metode deteksi ketinggian BBM yang dihasilkan dapat menjadi salah satu pilihan karena aman dari kebakaran maupun ledakan.

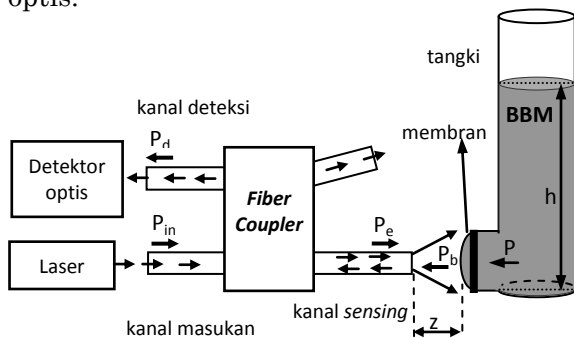
2 DASAR TEORI

Mekanisme Kerja Sensor

Desain sensor ketinggian bahan bakar minyak menggunakan *fiber coupler* dan membran dari bahan *nitrile polymer* diperlihatkan pada Gambar 1.

Mekanisme kerja sensor berdasarkan Gambar 1 adalah sebagai berikut : berkas cahaya masukan dari laser dengan daya optis (P_{in}) sebagian dipancarkan melalui kanal

sensing (P_e) menuju membran dari bahan *nitrile polymer* yang dilapisi reflektor (terletak dibagian bawah tangki BBM). Berkas cahaya pantulan dari membran sebagian akan masuk kembali ke kanal sensing sebagai berkas balik (P_b). Sebagian dari berkas P_b akan terkopel menuju ke kanal deteksi (P_d) dan masuk ke detektor optis. Besarnya P_b yang masuk kembali ke kanal sensing bergantung pada tingkat kecembungan serta posisi membran terhadap kanal sensing (z). Di pihak lain, pergeseran permukaan membran serta perubahan tingkat kecembungannya bergantung besarnya tekanan BBM pada membran. Besarnya tekanan BBM pada membran sebanding dengan ketinggian BBM (prinsip tekanan hidrostatik). Dengan demikian, perubahan ketinggian BBM terdeteksi melalui perubahan daya optis cahaya yang diterima detektor optis dan direpresentasikan oleh perubahan tegangan keluaran detektor optis.

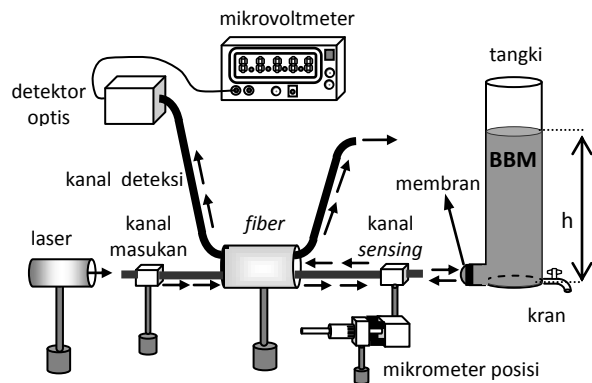


Gambar 1. Desain sensor ketinggian bahan bakar menggunakan *fiber coupler*.

Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan menyusun peralatan seperti pada Gambar 2. Langkah pertama eksperimen adalah menempatkan kanal sensing berhimpit dan tegak lurus permukaan membran ketika tangki dalam keadaan kosong (permukaan membran dalam keadaan datar). Langkah tersebut dilakukan dengan menggeser kanal sensing menggunakan mikrometer posisi. Setelah kanal sensing digeser mundur menjauhi permukaan membran, tangki diisi dengan premium secara penuh. Dengan demikian membran mengalami tekanan maksimal dan bentuknya berubah dari datar menjadi cembung. Setelah bentuk membran menjadi sangat cembung, kanal sensing kemudian digeser sehingga berhimpit dengan bagian

tengah membran yang sudah cembung tersebut.



Gambar 2. Susunan peralatan eksperimen sensor ketinggian bahan bakar minyak menggunakan *fiber coupler*.

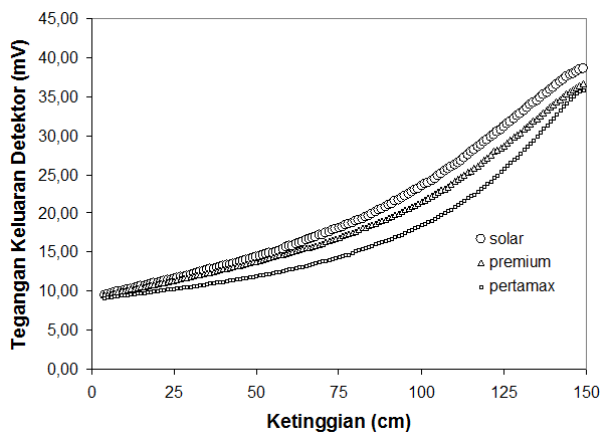
Langkah selanjutnya adalah mengkopelkan berkas cahaya laser ke kanal masukan *fiber coupler* dan mencatat daya optis berkas balik (akibat terpantul oleh permukaan membran) yang sebagian terkopling pada kanal deteksi. Daya optis tersebut terdeteksi melalui tegangan keluaran detektor optis (V_d) dan terbaca pada mikrovoltmeter. Selanjutnya, tegangan keluaran detektor dicatat setiap ketinggian premium diturunkan sebesar 1 cm. Ketinggian premium dikurangi dengan cara membuka kran tangki secara perlahan. Setelah ketinggian air turun 1 cm, kran ditutup dan tegangan keluaran detektor dicatat. Demikian langkah tersebut dilakukan sampai ketinggian premium mencapai 5 cm. Prosedur yang sama dilakukan untuk bensin dan solar.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksperimen aplikasi *fiber coupler* sebagai sensor ketinggian bahan bakar minyak berupa data tegangan keluaran detektor optis (V) sebagai fungsi ketinggian (h) bahan bakar solar, premium, dan pertamax. Data tersebut diperlihatkan melalui grafik pada Gambar 3. Perubahan ketinggian terkecil yang mampu terdeteksi nilainya sebesar 1 cm dengan rentang ketinggian untuk ketiga bahan bakar tersebut ketinggiannya sebesar 4 cm – 149 cm.

Grafik pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa untuk daerah rendah, ketiga grafik hampir berhimpit. Untuk ketinggian yang besar, pada ketinggian yang sama, tegangan keluaran detektor optis untuk solar

menunjukkan nilai yang terbesar, sedangkan tegangan keluaran detektor optis untuk pertamax menunjukkan nilai yang paling kecil diantara ketiga jenis bahan bakar yang digunakan sebagai sampel uji. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa sensor sudah bekerja berdasarkan prinsip tekanan hidrostatik. Dalam prinsip tekanan hidrostatik, pada ketinggian yang sama, besarnya tekanan bergantung pada massa jenis zat cair (BBM). Karena besarnya tekanan direpresentasikan oleh besarnya tegangan keluaran detektor optis, maka pada ketinggian yang sama, tegangan keluaran detektor optis hanya dipengaruhi oleh nilai massa jenis BBM yang digunakan sebagai sampel uji. Untuk massa jenis solar, premium, dan pertamax masing-masing bernilai 0,82 kg/l – 0,87 kg/l, 0,75 kg/l – 0,76 kg/l, dan 0,715 kg/l – 0,770 kg/l.



Gambar 3. Grafik plot V terhadap h untuk bahan bakar solar, premium, dan pertamax.

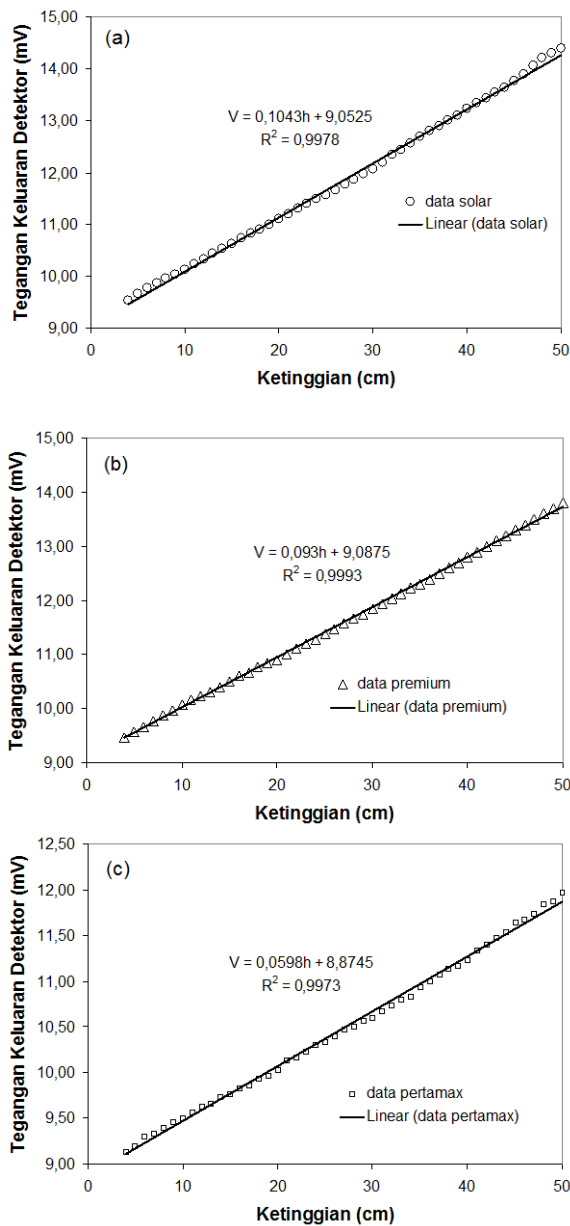
Setelah analisis profil data tegangan keluaran detektor optis sebagai fungsi ketinggian BBM sudah sesuai dengan prinsip hidrostatik, bahasan berikutnya adalah menentukan karakteristik dari sensor yang dihasilkan. Karakteristik sensor ketinggian bahan bakar minyak merupakan parameter-parameter yang dihasilkan dari proses deteksi ketinggian BBM yang menjadi sampel uji. Parameter-parameter tersebut meliputi resolusi (perubahan ketinggian terkecil yang mampu dideteksi), jangkauan (rentang ketinggian yang mampu dideteksi), daerah linier yang merupakan daerah kerja sensor serta sensitivitas sensor. Untuk parameter resolusi dan jangkauan bagi ketiga jenis BBM masing-masing diperoleh 1 cm dan 4 cm – 149 cm.

Untuk parameter daerah kerja sensor yaitu daerah linier antara tegangan keluaran detektor optis sebagai fungsi ketinggian (masing-masing untuk solar, premium, dan pertamax), hasil uji regresi liniernya diperlihatkan pada Gambar 4. Rentang daerah linier yang dihasilkan untuk solar, premium, dan pertamax nilainya sama sebesar 4 cm – 50 cm. Untuk parameter sensitivitas sensor, nilainya diperoleh dari nilai kemiringan (*slope*) grafik linier antara V terhadap h . Dari Grafik pada Gambar 4, nilai sensitivitas sensor ketinggian bahan bakar untuk solar, premium, dan pertamax masing-masing sebesar 0,1043 mV/cm, 0,093 mV/cm, dan 0,0598 mV/cm. Dari nilai sensitivitas sensor tersebut, terlihat bahwa sensor yang dihasilkan lebih sensitif digunakan pada bahan bakar solar daripada premium dan pertamax. Secara keseluruhan, kinerja sensor ketinggian bahan bakar minyak menggunakan *fiber coupler* dengan sampel uji bahan bakar solar, premium, dan pertamax diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik sensor ketinggian BBM berbasis *fiber coupler* dengan sampel uji bahan bakar solar, premium, dan pertamax

Jenis BBM	Resolusi (cm)	Jangkauan (cm)	Daerah linier (cm)	Sensitivitas (mV/cm)
Solar	1	149	4 – 50	0,1043
Premium	1	149	4 – 50	0,0930
Pertamax	1	149	4 – 50	0,0598

Dari karakteristik sensor ketinggian bahan bakar yang dihasilkan, tampak bahwa prototipe sensor dapat diaplikasikan pada jenis bahan bakar solar, premium, dan pertamax dengan kinerja terbaik ketika sensor diaplikasikan pada bahan bakar solar. Hal tersebut terlihat dari nilai sensitivitas sensor yang dihasilkan. Besarnya nilai massa jenis bahan bakar akan mempengaruhi kinerja sensor. Semakin besar nilai massa jenis bahan bakar, semakin tinggi nilai sensitivitasnya. Tetapi jika terlalu besar massa jenisnya, akan berakibat pada penurunan daya jangkauannya. Hal tersebut dapat dipahami dari sifat elastisitas membran *nitrile polymer* yang mempunyai kemampuan terbatas.



Gambar 4. Grafik Hubungan Linier antara V Terhadap H untuk (A) Solar, (B) Premium, (C) Pertamina.

4 KESIMPULAN

Fiber coupler dan membran dari bahan nitrile polymer dapat diaplikasikan sebagai sensor ketinggian BBM menggunakan prinsip tekanan hidrostatis. Perubahan ketinggian terkecil yang mampu dideteksi sebesar 1 cm dengan daerah kerja dan sensitivitas sensor bergantung pada nilai massa jenis bahan bakar minyak yang dideteksi..

5 DAFTAR RUJUKAN

[1] Pekka Raatikainen, Ivan Kassamakov, Roumen Kakanakov, Mauri Luukkala. 1997. Fiber-Optic Liquid-Level Sensor, *Sensors and Actuators A* 58. 93–97.

[2] Hossein Golnabi. 2004. Design and Operation of A Fber Optic Sensor For Liquid Level Detection, *Optics and Lasers in Engineering* 41. 801–812

[3] Kyung-Rak Sohn, Joon-Hwan Shim. 2009. Liquid-level monitoring sensor systems using fiber Bragg grating embedded in cantilever, *Sensors and Actuators A* 152, 248–251.

[4] Samian dan Supadi. 2011. *Sensor Ketinggian Air Menggunakan Multimode Fiber Coupler*. Fisika da Aplikasinya. Vol. 9, No.1 hal. 100104-7 - 100104-11.