

PERAWATAN SISTEM DETEKSI GAS HIDROGEN DI IEBE

Akhmad Saogi Latif, Arca Datam Sugiarto
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN, Kawasan Puspiptek, 15311

ABSTRAK

PERAWATAN SISTEM DETEKSI GAS HIDROGEN DI IEBE. Perawatan sistem deteksi gas hidrogen di IEBE telah dilakukan. Tujuan dari perawatan sistem deteksi gas Hidrogen adalah untuk dapat memastikan bahwa sistem beroperasi secara normal saat dilakukan proses sintering. Perawatan dilakukan dengan cara, pemeriksaan komponen, pemeriksaan koneksi kabel dan dilanjutkan dengan pengujian sistem deteksi gas hidrogen. Pengujian deteksi gas H₂ yang dilakukan dengan cara menyemprotkan gas LPG. Setelah dilakukan pembersihan dari debu dan pengencangan koneksi yang dilanjutkan dengan pengujian maka hasil yang didapat adalah, bahwa peralatan deteksi gas H₂ termasuk lampu indikator, horn, Buzzer dan annunciator dapat berfungsi dengan baik dan lebih peka terhadap keberadaan gas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi gas hidrogen dan komponen pendukungnya siap beroperasi normal dan dapat mendukung kegiatan proses sintering di HR-05 IEBE.

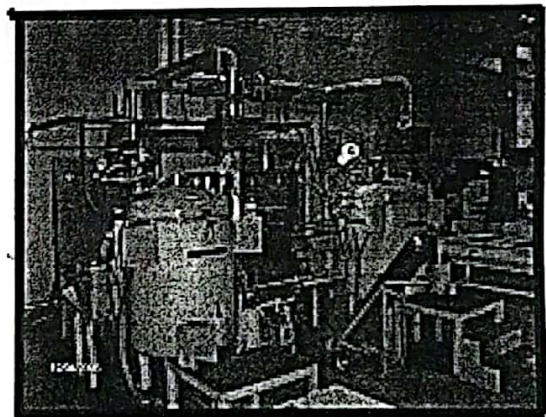
Kata kunci : gas *hidrogen*, komponen, lampu indikator

PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) adalah suatu instalasi nuklir yang berfungsi untuk melaksanakan penelitian dan pengembangan (litbang) teknologi produksi bahan bakar nuklir. Salah satu potensi bahaya yang mungkin timbul di laboratorium IEBE adalah: kebakaran dan ledakan. Potensi bahaya akibat ledakan di IEBE dapat terjadi pada fasilitas pemroses U yang menggunakan gas hidrogen (H₂), seperti tungku sinter dan tungku reduksi. Laju alir gas hydrogen ke ruang HR-05 adalah 0,5 Nm³/jam yang digunakan sebagai reduktor dan protector dalam proses sintering dan reduksi^[1]

Adanya hidrogen yang keluar dari sistem (kebocoran, ketidak-sempurnaan pembakaran hidrogen) perlu dideteksi, untuk mencegah terjadinya bahaya ledakan dan atau kebakaran akibat reaksi hidrogen dengan udara. Di sekitar tungku penyinteran ME 06 dan tungku oksidasi-

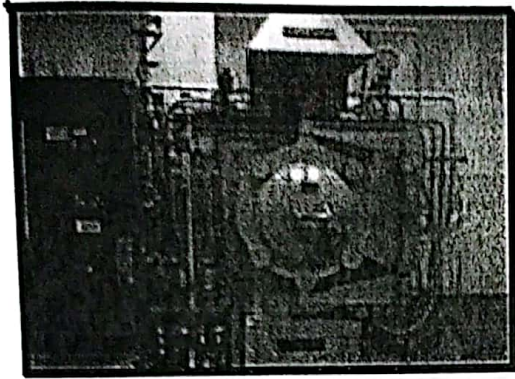
reduksi ME 11, perlu dipasang sistem deteksi gas hidrogen^[2] seperti pada gambar 3.



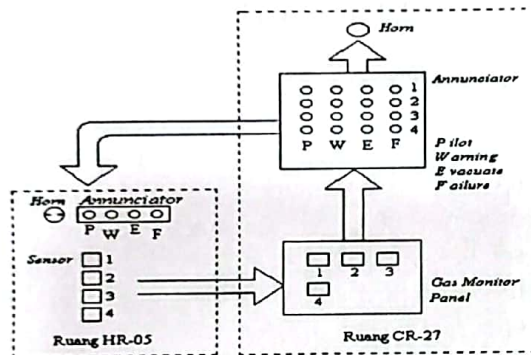
Gambar 1. Peralatan Tungku *Sintering* ME 06 (ruang HR-05)

Tujuan dari perawatan sistem deteksi gas Hidrogen adalah untuk dapat memastikan bahwa sistem beroperasi secara normal saat dilakukan proses sintering. Perawatan dilakukan dengan cara pemeriksaan dan pemeliharaan

terhadap sistem deteksi gas Hidrogen dan dilanjutkan dengan pengujian sistem deteksi gas hidrogen.



Gambar 2. Tungku reduksi ME-11(HR-05)



Gambar 3. Rangkaian sistem deteksi gas H₂ di IEBE

TEORI Hidrogen

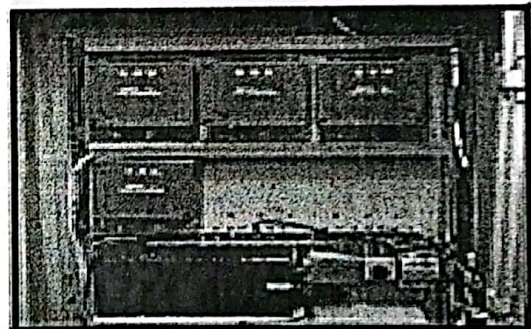
Gas hidrogen (H₂) berasal dari bahasa Yunani *hydro*: air, *genes*: adalah unsur kimia pada Tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non logam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar dengan masa atom 1,00794 amu, hidrogen adalah unsur teringan di alam. Gas H₂ dapat membentuk campuran yang dapat terbakar dan meledak (*flammable and explosive mixtures*) dengan oksigen, pada suhu antara 530 °C sampai 590 °C. Gas H₂ adalah gas mudah terbakar ketika

konsentrasinya meningkat melebihi 4 % Volume. Konsentrasi 4 % sampai dengan 75 % campuran gas H₂ dengan udara dapat terjadi ledakan. Keberadaan Sensor gas H₂ akan memberikan suatu peringatan konsentrasi hidrogen yang lepas sebelum tercapai LEL sebesar 4 % campuran gas H₂ dengan udara. Ketika konsentrasi gas H₂ di udara disekeliling Sensor mencapai 1 % volume (10.000 ppm), maka lampu LED kuning "1% Warning" akan menyala. Ketika konsentrasi gas hidrogen di udara disekeliling Sensor mencapai 2% volume (20.000 ppm), maka lampu LED merah "2% Evacuate" akan menyala dan alarm berbunyi. Hidrogen juga unsur paling melimpah dengan persentase kira-kira 75% dari total massa unsur alam semesta dan mudah meledak^[3],

1. Peralatan deteksi gas hidrogen

1.1. Panel Kontrol

Ada dua macam Panel kontrol, yaitu sistem panel kontrol dalam (Lokasi HR-05) dan sistem panel kontrol luar (Di CR-27). Pada ruang HR-05 terdapat empat panel kontrol, dimana masing-masing ditempatkan satu alarm dan lampu indicator merah, hijau dan kuning.



Gambar 4. Panel sistem deteksi gas hidrogen CR-27.

1.2. Detektor semikonduktor (SnO₂)

Detektor gas hidrogen ini adalah dioksida timah (SnO₂) jenis semikonduktor yang memiliki konduktivitas rendah dalam udara bersih. Dengan keberadaan gas terdeteksi, konduktivitas sensor itu meningkat

tergantung pada konsentrasi gas di udara. Terdapat rangkaian elektronik yang dapat mengkonversi perubahan konduktivitas ke sinyal output yang sesuai dengan konsentrasi gas. Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan selektivitas terhadap gas dan dapat mendeteksi konsentrasi rendah hingga 50ppm. Jenis ini banyak digunakan sebab memiliki teknologi penginderaan gas yang inovatif, efektif dan dapat mendeteksi beberapa gas diantaranya H₂ dan LPG, sebab dapat diaplikasikan dalam bidang keselamatan, keamanan dan industri maka pengujian dilakukan cukup dengan gas LPG^[4], Sebagai catatan dilakukan dengan LPG adalah karena sensor dapat merespon berbagai jenis gas diantaranya adalah LPG. Apabila dilakukan dengan Hidrogen maka masih harus dilakukan analisis tentang aspek keselamatannya terkait tingkat bahaya dari Hidrogen itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 5.



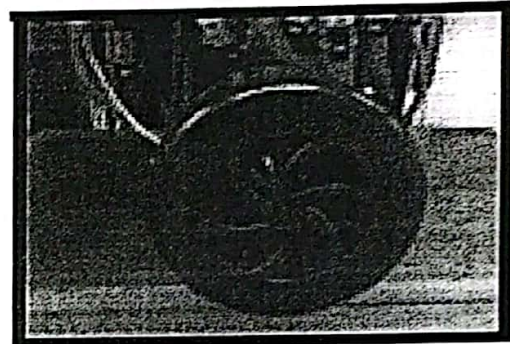
Gambar 5. Tabung Gas LPG



Gambar 6. Detektor semikonduktor (SnO₂)

1.3. Unit alarm (HORN)

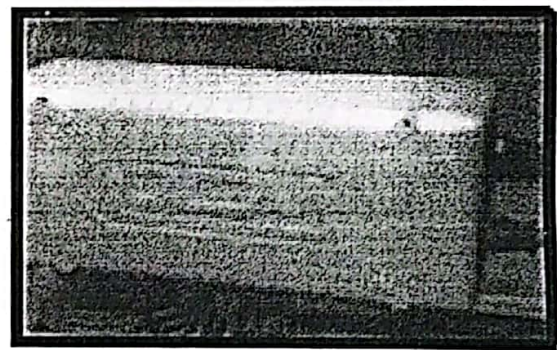
Unit *alarm* pada umumnya adalah kombinasi dari *alarm* yang dapat didengar, dan sinar lampu yang dapat menyala terang. Unit *alarm* yang dapat didengar adalah berbentuk *horn*. Horn bekerja pada tegangan 220 Volt.



Gambar 7. Unit alarm berbentuk Horn

1.4. Uninterruptible Power Supply (UPS)

Unit ini berfungsi untuk pemasok tegangan sementara dan di lengkapi dengan batere kering yang akan bertahan selama 5 jam operasi apabila tegangan listrik PLN padam. Sedangkan tegangan dari UPS akan diubah oleh unit adaptor menjadi tegangan searah 24 VDC.



Gambar 8. *Uninterruptible Power Supply* (UPS)

1.5. Unit pemutus arus otomatis (Fuse)

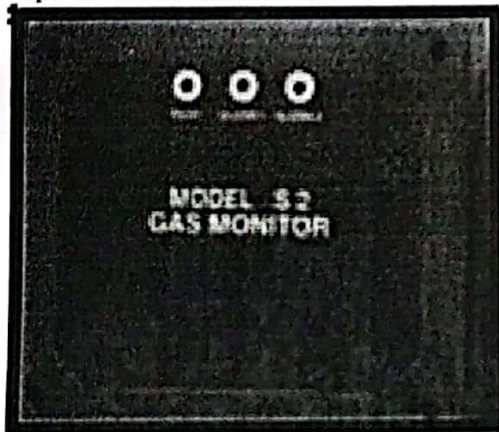
Unit ini berfungsi sebagai pengaman apabila didalam rangkaian terjadi perubahan beban arus listrik secara tiba-tiba, dan secara otomatis akan menghentikan operasi penel.



Gambar 9. Unit pemutus arus otomatis

1.6. Unit Detektor gas monitor

Unit ini berfungsi untuk memproses datangnya sinyal masuk yang di kirim oleh detektor apabila ada kebocoran gas hidrogen yang selanjutnya diproses menjadi berbentuk tegangan yang selanjutnya akan dikirim ke unit *Annunciator* selanjutnya akan menyalakan lampu indikator dan alarm.



Gambar 10. Unit Detektor gas monitor

2. Perawatan sistem deteksi gas hidrogen

Perawatan seluruh komponen sistem deteksi gas hidrogen ini adalah penting agar seluruh sistem dapat beroperasi secara normal. Pengujian secara rutin akan sangat membantu mengidentifikasi komponen yang rusak, dan mengikuti pemeliharaan yang direkomendasikan oleh pabrik pembuatnya akan membantu mencegah kerusakan dan mengurangi tingkat kegagalan. Setelah sekian lama beroperasi saat proses sintering maka, debu, kotoran, dan material asing lain dapat terakumulasi di dalam suatu sensor, koneksi kabel, unit gas sensor dan penyuplai tegangan yang dapat mengurangi tingkat kepekaannya.

Detektor berdebu atau kotor dapat juga mengakibatkan timbul bunyi *alarm* yang tidak dikehendaki atau sama sekali semua sistem tidak normal. Untuk menghindari kegagalan operasi dan timbul bunyi *alarm* yang tidak dikehendaki dan untuk meyakinkan sistem beroperasi seperti yang diharapkan, maka diperlukan:

- a. Perawatan sistem deteksi gas dilakukan secara rutin atau setelah dilakukan proses sintering
- b. Pembersihan koneksi kabel dan pembersihan detektor secara berkala
- c. Semua peralatan penunjang harus kembali ke operasi normal secepat mungkin setelah diuji.

Jenis dan frekuensi kegiatan perawatan peralatan pada sistem deteksi Gas hidrogen dilakukan sesuai dengan jadwal (Tabel 1)

Tabel 1. frekuensi kegiatan perawatan sistem deteksi Gas hidrogen

| No | PERALATAN | KEGIATAN | FREKUENSI |
|----|-------------------------|---------------------|------------------|
| 1 | unit Panel | pemeriksaan koneksi | rutin tiap bulan |
| 2 | unit Sensor gas | pengujian | 6 bulan sekali |
| 3 | unit alarm | pengujian | 6 bulan sekali |
| 4 | unit penyuplai tegangan | pemeriksaan | 6 bulan sekali |
| 5 | unit pemutus (Fuse) | pemeriksaan | rutin tiap bulan |
| 6 | unit gas monitor | pemeriksaan koneksi | 6 bulan sekali |

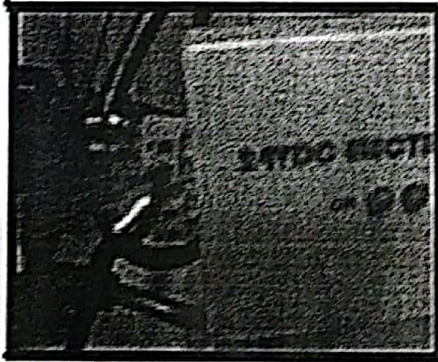
TATA KERJA

Alat dan bahan yang digunakan

Pada kegiatan ini alat yang digunakan adalah: Unit panel deteksi gas H₂, Obeng, Multi tester dan kuas sedangkan bahan lain yang digunakan adalah tabung gas LPG dan pembersih komponen elektronik (*Contact Cleaner*)

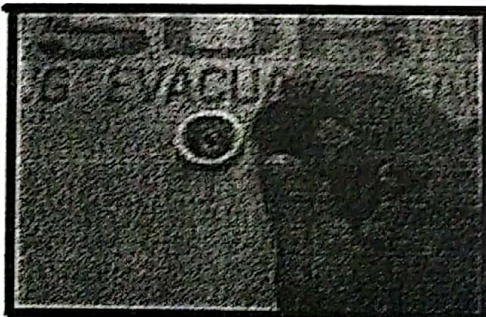
Cara kerja

- pengecekan sensor yang terletak pada sungkup, dilakukan pembersihan kotoran pada permukaan sensor akibat pembakaran dan panas api dari LPG yang kontinyu saat proses sintering (Gambar 12).
- pengecekan koneksi kabel di setiap terminal yang terdapat pada sistem panel dan kontak hubung untuk memastikan sistem terhubung dengan baik.



Gambar 11. Pengecangan koneksi terminal kabel

- pengecekan lampu indikator pada panel, dilakukan untuk antisipasi apabila lampu indicator tidak menyala akibat putus atau tidak terhubung lagi pada rumah lampunya.



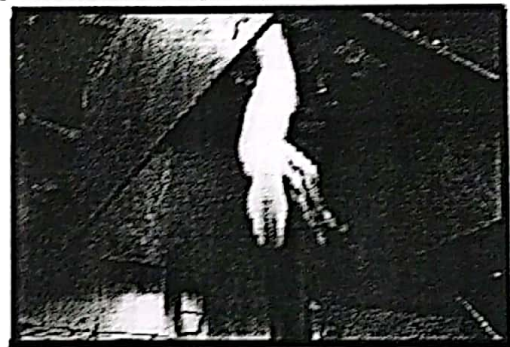
Gambar 12. Pengecekan lampu indikator

- Pembersihan koneksi kabel dan unit pemutus tegangan di setiap terminal yang terdapat pada panel dari kotoran/debu yang menghalangi menggunakan kuas.
- Pengukuran tegangan operasi pada *power supply* tegangan 24 VDC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

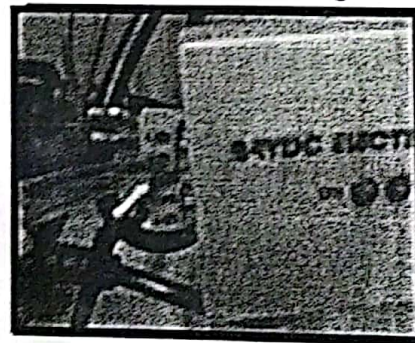
1. Perawatan, pemeriksaan dan pengujian

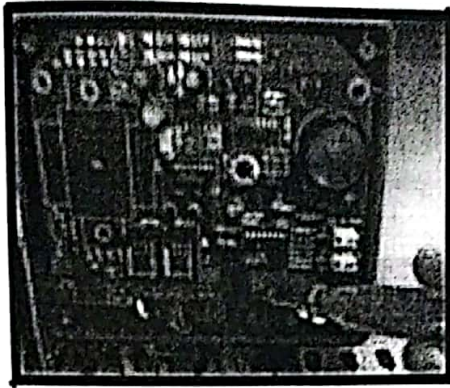
Mengingat keberadaan Sensor yang terletak di dalam sungkup dimana terdapat panas api yang kontinyu, sehingga dikhawatirkan terjadi kerusakan akibat panas tersebut seperti pada gambar 13.



Gambar 13. Keberadaan Sensor di dalam sungkup

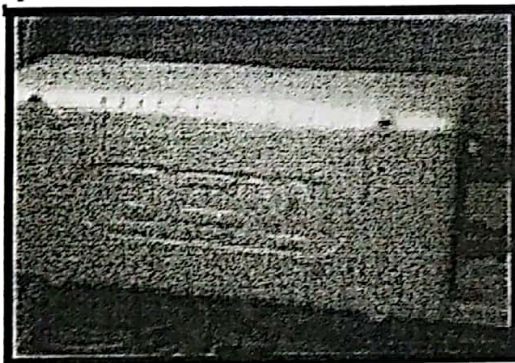
Maka perawatan, pemeriksaan dan pengujian sangat diperhatikan, perawatan dan pemeriksaan dilakukan dengan mengecek dan mengencangkan koneksi kabel serta membersihkan debu yang menempel dengan kuas dan pembersih semprot (*kontak cleaner*) pada terminal kabel di panel dan kotak hubung.





Gambar 14 dan 15. Pengencangan koneksi kabel dan kontak hubung.

Power supply untuk detektor dalam kondisi baik. Hasil pemeriksaan *power supply* untuk rangkaian detektor yang sesuai dengan standar yang tertera yaitu 24 Volt DC. *Power supply* diperlukan hanya untuk mengoperasikan sistem panel apabila tegangan dari PLN trip atau padam dan dapat bertahan hingga 5 jam operasi.



Gambar 16. Power supply

2. Pengujian dan pengamatan peralatan deteksi gas H₂.

Untuk mendeteksi adanya hidrogen yang keluar dari sistem (adanya kebocoran atau tidak sempurnanya pembakaran gas H₂), maka dipasang sistem deteksi (Sensor) yang akan memberikan sinyal lampu LED dan bunyi *alarm* ketika konsentrasi gas H₂ di udara sekitar alat melebihi batas yang ditetapkan. Sistem instrumen dan kendali yang terpasang pada sistem deteksi di IEBE terdiri dari 4 buah Detektor gas H₂

pada ruang HR-05, dan detektor tersebut terhubung dengan Panel monitor gas pada ruang CR-27. Hasil tangkapan gas hidrogen diproses oleh Panel monitor gas untuk selanjutnya diinformasikan ke lampu LED pada *Annunciator* dan *alarm (horn)* pada Ruang CR-27 dan Ruang HR-05. Hasil pengujian deteksi gas H₂ yang dilakukan dengan cara menyemprotkan gas LPG seperti diterangkan pada teori diatas, gas LPG disemprotkan dipermukaan sensor gas H₂ maka terlihat dari semua komponen dapat bekerja dengan baik misalnya :

1. Lampu LED "*Pilot*" berwarna hijau, bahwa sistem deteksi hidrogen siap beroperasi.
2. Lampu LED "*Warning*" berwarna kuning, Detektor gas telah mendeteksi hidrogen dengan konsentrasi 10 % LEL (0,4 % volume H₂ atau 4.000 ppm H₂). Pada status ini, secara bersamaan *alarm* pada *Horn* 1 dan *Horn* 2 aktif (berbunyi).
3. Lampu LED "*Evacuate*" berwarna merah, suatu Detektor gas telah mendeteksi hidrogen dengan konsentrasi 30 % LEL (1,2 % volume H₂ atau 12.000 ppm H₂). Pada status ini, secara bersamaan *alarm* pada *Horn* 1 dan *Horn* 2 aktif (berbunyi).
4. Lampu LED "*Failure*" berwarna merah, suatu detektor gas hidrogen pada jalur yang bersangkutan, gagal untuk menampilkan baik salah satu maupun kedua status *alarm (Warning dan Evacuate)*. Pada status ini, secara bersamaan *alarm* pada *Horn* 1 dan *Horn* 2 aktif (berbunyi). Status *alarm* ini diproses melalui rangkaian elektronika yang berada di dalam *Annunciator* dengan cara membandingkan tegangan DC dari *output* dengan status *relay alarm* 1 dan *alarm* 2, dari masing-masing unit detektor gas hidrogen. Pemeriksaan dilakukan untuk tiap status operasi sistem "*Warning*", "*Evacuate*", dan "*Failure*".

5. Setelah dilakukan pembersihan dari debu dan pengencangan koneksi yang dilanjutkan dengan pengujian maka hasil yang didapat adalah, bahwa peralatan deteksi gas H₂ termasuk lampu indicator, horn, Buzzer dan annunciator dapat berfungsi dengan baik dan lebih sensitif terhadap keberadaan gas daripada sebelum dilakukan perawatan.

KESIMPULAN

Hasil perawatan dan pengujian sistem deteksi gas H₂, sebagai berikut:

- ✓ Dari hasil perawatan keberadaan kotoran yang berbentuk debu yang menempel di koneksi kabel akan bertambah apabila tidak dilakukan pembersihan secara rutin, dan kemungkinan akan merusak komponen dan mempengaruhi kinerja detektor.
- ✓ Setelah dilakukan pengujian sistem deteksi gas hidrogen, ke empat sensor dapat beroperasi normal dan lebih berfungsi dari sebelum dilakukan perawatan, karena dapat merespon adanya keberadaan gas yang masuk ke sungkup. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi gas hidrogen dan komponen pendukungnya siap beroperasi normal dan dapat mendukung kegiatan proses sintering di HR-05 IEBE.

DAFTAR PUSTAKA

1. PTBN-BATAN, "Laporan Analisis Keselamatan Instalasi Elemen Bakar Eksperimental", No. Dok.: KK20J09003, revisi 6, 2007.
2. ANONIM." Manual prosedur pengoperasian sistem deteksi gas hidrogen", Cakra Indonesia Persada, Jakarta. 2008
3. ANONIM."wikipedia.org/wiki/Hidrogen Palmer, David. Hidrogen in the universe. 2010.
4. ANONIM. "figarosensor.com/products 821".2010.

Pertanyaan Drs,Budi Prayitno:

1. Pengujian detector H₂ dilakukan dengan gas LPG, apakah ini akan sama jika dilakukan dengan gas H₂ ?.
2. Kondisi berapa persen untuk H₂ bisa berbahaya (ledakan) jika bercampur dengan udara ?
3. Untuk hasil pengujian mohon ditampilkan dalam bentuk tabel

Jawaban Akhmad Saogi Latif, Arca Datam Sugiarto:

1. Mengingat detektor ini bisa mendeteksi beberapa gas diantaranya LPG dan H₂, maka untuk lebih amannya bidang keselamatan akan melakukan pengujian dengan LPG saat dilakukan perawatan rutin. Untuk pengujian dengan H₂ Bidang keselamatan menyerahkan kepada Perusahaan lain yang mempunyai sarana dan perlengkapan pengujian dan kalibrasi yang memadai, dan juga akan diberikan sertifikat pengujian dengan H₂ dari perusahaan tersebut sebagai bukti bahwa detektor tersebut telah lulus uji dengan H₂.
2. Gas H₂ dapat membentuk campuran yang dapat terbakar dan meledak (*flammable and explosive mixtures*) dengan oksigen, pada suhu antara 530 °C sampai 590 °C. Gas H₂ adalah gas mudah terbakar ketika konsentrasinya meningkat melebihi 4 % Volume. Konsentrasi 4 % sampai dengan 75 % campuran gas H₂ dengan udara dapat terjadi ledakan.
3. Di dalam makalah ada uraian hasil pengujian namun tidak berbentuk tabel, namun demikian hasilnya akan sama.