

Catatan Aplikasi

# Tester Deadweight Elektronik

Pengganti modern untuk tester deadweight konvensional

Catatan aplikasi ini menjelaskan bagaimana tester deadweight konvensional digunakan untuk mengkalibrasi pengukur tekanan hidrolik dan menghadirkan beberapa kelemahan dari pendekatan ini. Ini menghadirkan E-DWT-H Tester Deadweight Elektronik sebagai alternatif modern yang lebih efektif dan menjelaskan fitur dan manfaatnya.

## Aplikasi

Aplikasi kalibrasi tekanan umum adalah kalibrasi instrumen tekanan tinggi, biasanya pengukur analog (lihat Gambar 1). Definisi "tekanan tinggi" bervariasi menurut organisasi, tetapi biasanya mengacu pada instrumen dengan range skala penuh lebih dari 1.000 psi (7 MPa). Karena bahaya yang melekat pada penggunaan gas (sangat kompresibel, menyimpan banyak energi) dan biaya / kesulitan menghasilkannya, kalibrasi tekanan tinggi biasanya dilakukan menggunakan cairan sebagai media uji.

Jenis kalibrasi ini disebut sebagai hidrolik. Dua media hidrolik yang paling umum adalah campuran oli dan air / alkohol.

Untuk mengkalibrasi pengukur analog, laboratorium kalibrasi membutuhkan hardware untuk menghasilkan, mengontrol, dan mengukur tekanan hidrolik. Tester deadweight dengan mudah menyediakan ketiga fungsi ini dalam satu instrumen terintegrasi. (lihat Gambar 2).



Gambar 1. Instrumen tekanan tinggi seperti pengukur analog yang digambarkan di sini sering dikalibrasi menggunakan media uji hidrolik.



Gambar 2. Tester deadweight konvensional menghasilkan, mengontrol, dan mengukur tekanan hidrolik.



Valve fine adjustment E-DWT-H memungkinkan operator mengatur tekanan ke nilai nominal yang tepat pada pengukur yang sedang diuji.

Pompa dengan tuas manual pada tester deadweight menghasilkan tekanan dengan mengompresi fluida di reservoir. Mesin pres kecil yang dapat disetel memungkinkan operator untuk menyesuaikan tekanan secara bertahap. Tester deadweight termasuk rakitan piston silinder yang dikonfigurasi sehingga piston dapat bergerak naik dan turun di dalam kolom dan dihubungkan dengan mekanisme yang membawa massa yang dimuat secara manual yang menerapkan gaya bangsal pada piston. Operator menerapkan tekanan yang cukup dalam sistem untuk "floating piston" di dalam kolom. Tekanan yang diberikan sebanding dengan berapa banyak massa yang dimuat. Pengukur yang akan dikalibrasi dipasang pada port pada tester deadweight, menempatkan pengukur secara paralel dengan piston dan memaparkannya pada tekanan yang sama. Ketika sistem "ready" operator melakukan pengukuran dengan membandingkan tekanan yang ditentukan oleh tester deadweight dengan tekanan yang diukur oleh pengukur.

## Bagaimana tester deadweight "mengukur" tekanan

Tester deadweight tidak benar-benar mengukur tekanan. Sebaliknya, ini memungkinkan operator untuk mengetahui atau menghitung tekanan ketika sistem berada dalam keadaan tertentu. Keadaan ini, yang dikenal sebagai flotation, dicapai ketika ada cukup kekuatan dari media tekanan hidrolik untuk mendukung piston dalam keadaan mengambang. Tekanan yang dihasilkan sebanding dengan berapa banyak gaya yang diterapkan oleh beban massa.

Massa menghasilkan gaya karena dipercepat oleh gravitasi — gaya yang berbeda-beda tergantung lokasi. Ketika piston melayang, tekanan ( $P$ ) diturunkan dengan menghitung gaya ( $F$ ) yang diterapkan oleh total massa piston dan massa tambahan yang diterapkan dibagi dengan luas ( $A$ ) piston:  $P = F / A$ . Karena tekanan sebanding dengan gaya, operator mengukur tekanan lebih tinggi dengan memuat massa tambahan dan kemudian membangun kembali keseimbangan mengambang.

## Mengkalibrasi pengukur analog menggunakan tester deadweight

Seperti disebutkan sebelumnya, ketika mengkalibrasi pengukur analog (atau jenis instrumen tekanan lainnya) menggunakan tester deadweight, operator menghubungkan pengukur secara paralel dengan piston dan kemudian menerapkan tekanan yang sama untuk keduanya pada waktu yang bersamaan.

Operator mengatur setiap tekanan pengujian dalam urutan yang ditentukan sebelumnya, satu per satu. Pada setiap titik, operator mencatat pembacaan pengukur analog dan tekanan yang dihitung dari tester deadweight.

Setelah merekam data uji pada masing-masing titik uji, operator menentukan bacaan mana, jika ada, yang keluar dari toleransi yang ditentukan. Jika pengukur membutuhkan penyesuaian, operator mengikuti prosedur yang terdaftar untuk membawa pengukur kembali ke toleransi sesuai rentangnya.

Operator kemudian biasanya menjalankan urutan pengujian kedua untuk mengonfirmasi bahwa penyesuaian dilakukan dengan benar dan pengukur meninggalkan laboratorium kalibrasi dalam toleransi yang dapat diterima. Proses berulang ini memperkuat waktu dan biaya yang diperlukan untuk kalibrasi ketika metode yang lambat atau rumit digunakan.

## Persyaratan unik untuk kalibrasi pengukur analog

Seperti dijelaskan di atas, pada setiap titik dalam urutan pengujian, operator membandingkan tekanan pada pengukur dengan yang ditentukan oleh tester deadweight. Biasanya urutan pengujian adalah sejumlah titik uji dengan jarak yang sama pada rentang ukuran. Urutan tes tipikal mungkin dari 20 hingga 100 persen dari uji rentang dengan titik uji setiap 20 persen. Jadi untuk pengukur tes 10.000 psi (70 MPa), titik tes pertama adalah 2.000 psi (14 MPa). Biasanya operator akan memuat massa yang total gayanya akan menghasilkan tekanan 2.1 psi (14 MPa) ketika piston floating.

### Tip Teknologi:

#### Memprediksi tekanan

Premis yang mendasari untuk melakukan kalibrasi tekanan statis adalah kemampuan kami untuk memperkirakan tekanan pada perangkat yang diuji. Ada banyak hal yang dapat menghalangi kemampuan kita untuk membuat prediksi ini berdasarkan pada pengukuran referensi. Kita harus yakin bahwa:

- kebocoran dieliminasi, atau setidaknya dikurangi ke titik tidak penting.
- semua fluid head telah diidentifikasi dan tindakan korektif diterapkan.
- tidak ada batasan antara referensi dan tes.
- waktu tinggal yang cukup telah diberikan untuk mencapai keseimbangan sistem baru.
- media uji tidak terkontaminasi dengan fluid lain.
- perangkat uji telah dijadikan zero dengan benar jika berlaku untuk kalibrasi.

Namun, jarum indikator pengukur analog biasanya tidak akan berada di titik nominal ketika tekanan tester deadweight berada pada nilai nominal. Untuk merekam nilai pengukur analog, operator harus menginterpolasi, atau memperkirakan secara visual, nilai antara dua garis. Karena setiap operator dapat melakukan interpolasi sedikit berbeda, lebih baik untuk mengkalibrasi alat ukur analog dengan menyesuaikan tekanan uji pada setiap titik sampai jarum indikator langsung di atas nilai tekanan nominal. Untuk melakukan ini dengan

menggunakan alat tester deadweight, operator harus memuat secara massal massa yang sangat kecil (yang terkait dengan perubahan tekanan sangat rendah) dan floating kembali piston pada setiap kenaikan sampai jarum berada pada nilai nominal.

Operator mengulangi proses ini di setiap titik uji di seluruh range.

## Kerugian menggunakan tester deadweight

Meskipun tester deadweight dianggap sebagai standar utama, dan untuk alasan itu dianggap sebagai solusi yang diinginkan untuk kalibrasi hidrolik, ada beberapa kelemahan yang melekat ketika menggunakannya.

- Memuat massa inkremental kecil sampai pengukur membaca nilai tes nominal mengkonsumsi waktu dan tidak terlalu efisien.
- Peningkatan tekanan minimum dibatasi oleh nilai massa minimum dalam set massa. Jika pengukur uji memiliki resolusi tinggi, tidak mungkin untuk menempatkan jarumnya langsung pada titik uji nominal.
- Alternatif untuk menetapkan tekanan nominal pada pengukur yang diuji dengan memuat massa inkremental adalah dengan menginterpolasi bacaan pengukur, menciptakan peluang untuk kesalahan.
- Kadang-kadang tampak bahwa pengukur tes tidak toleransi pada titik tertentu ketika pada kenyataannya operator telah memuat massa yang salah.
- Sistem tester deadweight tidak optimal untuk kalibrasi di tempat. Penguji dan massa yang menyertainya berat dan sulit untuk dibawa ke lokasi pengukur untuk dikalibrasi.
- Untuk alasan yang sama, tidak nyaman dan mahal untuk mengirimkan alat tester deadweight dan massa ke laboratorium kalibrasi untuk sertifikasi tahunan.

- Menyesuaikan area piston dengan massa memungkinkan masing-masing massa setara dengan nilai tekanan nominal bilangan bulat untuk unit tekanan tertentu. Dengan konfigurasi massa dengan teratur, manufaktur dapat memberi customer dengan satu set yang dapat dimuat secara langsung ketika pengukur adalah unit tekanan itu. Namun, permukaan pengukur diterapkan dalam berbagai unit tekanan yang berbeda, yang bervariasi menurut industri, aplikasi, produsen sistem uji, dan sebagainya. Untuk menggunakan tester deadweight yang sama untuk mengkalibrasi pengukur dengan berbagai unit tekanan, operator memerlukan beberapa kumpulan massa atau lembar konversi yang memungkinkannya untuk mengetahui tekanan dengan mengalikan unit asli yang dipastikan dengan faktor konversi.
- Karena gaya pada sistem dihitung sebagai massa total dikalikan akselerasi karena gravitasi, operator harus mengetahui nilai gravitasi di lokasi penggunaan. Jika tester deadweight digunakan dalam aplikasi di tempat, pengguna harus mempelajari gravitasi di berbagai lokasi untuk membuat pengukuran yang valid. Jika set massa diatur ke nilai tekanan nominal, ia tidak akan lagi menghasilkan nilai nominal di lokasi di lokasi dengan nilai gravitasi yang berbeda.
- Karena alat pengukur bobot mati secara inheren merupakan alat mekanis, tidak ada cara mudah untuk mengotomatiskannya. Setelah titik uji ditentukan, operator harus menulis data pada lembar data atau secara manual memasukkannya ke dalam spreadsheet atau aplikasi komputer.

## Solusi yang lebih baik: Tester Deadweight Elektronik (E-DWT)

Terlepas dari kekurangannya, tester deadweight tradisional telah menjadi alat kalibrasi hidrolik tekanan tinggi yang kuat selama bertahun-tahun. Ketidakpastian (keakuratan) yang rendah dan pengemasan komprehensif menyediakan ketiga fungsi kalibrasi yang diperlukan (pembangkitan, kontrol, dan pengukuran) ke dalam satu paket. Sampai sekarang, fitur-fitur ini telah cukup penting untuk mengatasi kerugiannya, dan tester deadweight tetap menjadi solusi pilihan untuk kalibrasi pengukur hidrolik.

Baru-baru ini, pabrikan telah meluncurkan monitor hidraulik tekanan tinggi berbasis transduser yang memberikan kinerja pengukuran yang cukup untuk digunakan sebagai standar kalibrasi referensi. Secara teori, laboratorium kalibrasi dapat memperoleh salah satu monitor ini dan membeli aksesori pembangkitan / kontrol atau menghubungkannya ke bagian penghasil / pengontrol dari tester deadweight. Meskipun layak, solusi semacam itu membutuhkan dua komponen terpisah yang dipasang dan tidak cukup menarik

untuk menggantikan tester deadweight konvensional.

Baru-baru ini, sebuah paradigma baru telah didirikan dengan diperkenalkannya E-DWT, atau tester deadweight elektronik (lihat Gambar 3).

E-DWT-H (H mengindikasikan platform hidrolis) adalah solusi satu bagian untuk mengkalibrasi pengukur tekanan hidrolis tekanan tinggi. Solusinya disebut E-DWT karena ini merupakan pengganti elektronik untuk tester deadweight.

E-DWT-H termasuk berbasis transduser referensi tekanan hidrolis. Sensor kristal kuarsa beresili dibangun ke dalam modul DHI Quartz Reference Pressure Transducer (Q-RPT) yang, gantinya, dipasang ke RPM4 Pressure Monitor.

RPM4 dipasang di E-DWT-H housing.

Housing E-DWT-H juga mencakup reservoir untuk tes fluid, pompa priming untuk memaksa fluid hidrolis melalui sistem pengujian, pengepres sekrup volume variabel untuk menghasilkan dan mengatur tes tekanan perkiraan awal, dan fine adjustment valve, yang memungkinkan operator untuk mengatur tekanan ke volume nominal yang tepat seperti yang ditunjukkan oleh pengukur yang sedang diuji.

### Fitur E-DWT-H

E-DWT-H mencakup banyak fitur yang mengatasi kekurangan dari tester deadweight tradisional dan membuatnya ideal untuk mengkalibrasi instrumen uji hidrolis.

- Range tekanan hingga 30.000 psi (200 MPa). Tekanan maksimum dari tester deadweight tradisional biasanya 10.000 atau 15.000 psi (70 MPa atau 100 MPa). E-DWT-H karenanya dapat menambah kemampuan yang sebelumnya tidak dimiliki laboratorium kalibrasi.
- Volume screw press variabel dapat menghasilkan tekanan uji maksimum dengan satu langkah piston lengkap berkat pompa priming on-board. Operator menghindari proses rumit menghasilkan tekanan tambahan dengan mengisolasi volume variabel dari sistem pengujian dan menarik cairan tambahan dari reservoir. Proses ini biasa terjadi dengan aksesoris penghasil tekanan volume variabel lainnya, ketika satu langkah saja tidak cukup untuk menghasilkan tekanan maksimum. Juga,
- Press screw volume variabel E-DWT-H adalah perangkat torsi tinggi berkualitas tinggi yang membuat penyesuaian presisi menjadi mudah pada tekanan apa pun, dan sebuah opsi tersedia untuk sistem uji volume yang lebih besar. Unit tekanan yang dapat dipilih pengguna membuat unit tekanan yang berubah cepat dan mudah.



Gambar 3. E-DWT-H Electronic Deadweight Tester adalah solusi satu bagian untuk mengkalibrasi pengukur hidrolis tekanan tinggi.

- Fine pressure adjust valve memungkinkan operator untuk dengan mudah mengatur tekanan pengujian tepat pada nilai nominal pengukur. Setelah tekanan uji nominal stabil, operator hanya membaca referensi tekanan digital dari layar tekanan E-DWT-H. Ini menghilangkan proses berulang mengkonsumsi waktu menambahkan lebih banyak massa untuk menentukan tekanan uji yang berbeda sampai tekanan pengukur nominal didirikan.
- Ketidakpastian referensi modul Q-RPT adalah  $\pm 0,02\%$  dari 100% hingga 10% dari range referensi transduser. Dengan faktor cakupan  $k = 2$ , spesifikasi ini berlaku untuk satu tahun penuh.
- E-DWT-H dapat menampung modul Q-RPT kedua untuk memperpanjang persentase ketidakpastian membaca ke tekanan yang lebih rendah. Dengan modul Q-RPT kedua yang kisarannya 10% dari kisaran tinggi Q-RPT, E-DWT-H menawarkan ketidakpastian  $\pm 0,02\%$  bacaan dari 100% ke 1% dari maksimum range. Range Q-RPT dapat dipilih pengguna. Misalnya, jika pengguna memilih 200 M (30.000 psi) dan 20 M (3.000 psi) Q-RPT, konfigurasi ini akan menawarkan ketidakpastian satu tahun  $\pm 0,02\%$  dari 30.000 psi (200 MPa) hingga 300 psi (2 MPa) dalam single instrumen!
- E-DWT-H selalu menampilkan referensi tekanan yang sebenarnya. Operator tidak perlu lagi khawatir tentang memuat massa yang benar dan membuat perhitungan serta perbandingan.
- Q-RPT referensi E-DWT-H tidak fundamental; Oleh karena itu, operator tidak perlu mengetahui gravitasi lokal untuk menggunakannya.
- E-DWT-H bekerja dengan cara yang sama di lab kalibrasi pengguna seperti di lokasi pelanggannya ketika digunakan sebagai alat kalibrasi on-site.



- E-DWT-H ringan (35 pon, atau 15 kilogram) dan selungkup logamnya dibuat dengan area tersembunyi yang berfungsi sebagai pegangan yang nyaman untuk diangkat dan dibawa. Ini membuatnya ideal untuk aplikasi on-site. Case transit opsional yang kokoh dengan roda tersedia.
- E-DWT-H ditenagai oleh tegangan standar yang ada di gedung. Aksesori paket baterai rechargeable memungkinkannya digunakan untuk aplikasi lapangan di mana sumber daya tidak tersedia.
- Alternatif yang lebih maju untuk merecord dan mengevaluasi data adalah dengan menjalankan tes melalui software kalibrasi berbasis PC. Menggunakan port komunikasi RS-232 E-DWT-H, pengguna dapat menjalankan urutan pengujian dari software PC dan merecord data pengujian dan parameter terkait lainnya secara elektronik. Dengan data ini disimpan dalam test file, software kalibrasi kemudian dapat menghasilkan laporan kalibrasi khusus. DHI menawarkan software COMPASS® untuk kalibrasi Pressure ketika perform fungsi ini.

## Manfaat unik tersedia karena sifat elektronik E-DWT-H

Selain fitur yang dijelaskan di atas, yang menyoroti bagaimana E-DWT-H mengatasi keterbatasan dari tester deadweight tradisional, sifat elektroniknya menawarkan fitur canggih yang dapat dimanfaatkan oleh operator untuk lebih meningkatkan efisiensi dan hasil pengujian.

- E-DWT-H menawarkan objective ready light yang memberi tahu operator kapan harus merecord referensi tekanan. Indikasi didasarkan pada stabilitas tekanan yang diukur dan dapat diatur ke nilai yang ditentukan oleh manajer lab. Dengan fitur ini, semua pengguna kemungkinan besar akan mendapatkan hasil yang berulang.
- Perangkat lunak tertanam E-DWT-H mencakup fungsi AutoTest yang memungkinkan operator untuk menentukan urutan pengujian dan meminta E-DWT-H membimbingnya poin demi poin melalui pengujian. Pada setiap titik uji, E-DWT-H merecord referensi tekanan dan membandingkannya dengan nominal tekanan pengukur. Kemudian membandingkan perbedaan dengan toleransi yang dapat diterima untuk pengukur yang diuji dan menentukan apakah pengukurannya dalam toleransi atau tidak. Fitur ini juga membantu memastikan bahwa hasil pengujian konsisten di antara pengguna. Hasilnya dapat di download dan dilihat dengan PC menggunakan remote interface melalui port komunikasi RS-232 E-DWT-H.

## Ringkasan

Tester deadweight tradisional telah menjadi instrumen utama yang digunakan untuk mengkalibrasi pengukur analog tekanan tinggi, hidrolik. Tren ini terus berlanjut meskipun ada beberapa kelemahan signifikan karena menawarkan ketidakpastian yang rendah dan komponen single untuk generasi, mengontrol dan mengukur tekanan.

Kini tersedia solusi baru bernama E-DWT-H (electronic deadweight tester) yang tidak hanya menawarkan fitur menarik dari tester deadweight tradisional tetapi juga karakteristik yang menghilangkan kelemahan tester deadweight dan fitur yang menambah utilitas signifikan.

**Fluke Calibration.** Precision, performance, confidence.™

Electrical | RF | Temperature | Humidity | **Pressure** | Flow | Software