KALIBRASI ALAT UKUR VOLUME DI INDUSTRI GAS ALAM





Workshop Kalibrasi Alat Ukur
Prodi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Fakultas Vokasi Universitas Sumatera Utara
27 Oktober 2026

pgn SOLUTION
action for excellence



BIODATA PRIBADI

Nama : **Danang Kusumahadi Wardana, A.Md.**
Lahir : **Semarang, 19 Maret 1989**
Status : **Menikah**
Alamat : **Jl. Rawa Cangkuk III, Medan Denai**

Pendidikan

D3 Konversi Energi
Politeknik Negeri Semarang

Pengalaman Kerja

- PT Labtech Penta International (2010-2011)
- PT Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk (2012-2015)
- PT PGN Solution (2015- sekarang)

Pengalaman Narasumber

- Kuliah Tamu Politeknik Negeri Semarang 2014 “All About Natural Gas”
- Kuliah Tamu Politeknik Negeri Semarang 2020 “ Potensi Pemanfaatan Gas Alam Sebagai Bahan Bakar Pada Pembangkit Energi Listrik”

dananggk17@gmail.com
085-7274-99982

pgn SOLUTION
action for excellence

DAFTAR ISI



1. Pengantar Industri Gas Alam

2. Alat Ukur Gas Alam

3. Kalibrasi Meter Gas Rotary Piston dan Turbin

4. Diskusi

1. PENGANTAR INDUSTRI GAS ALAM



a) Pengenalan Gas Alam

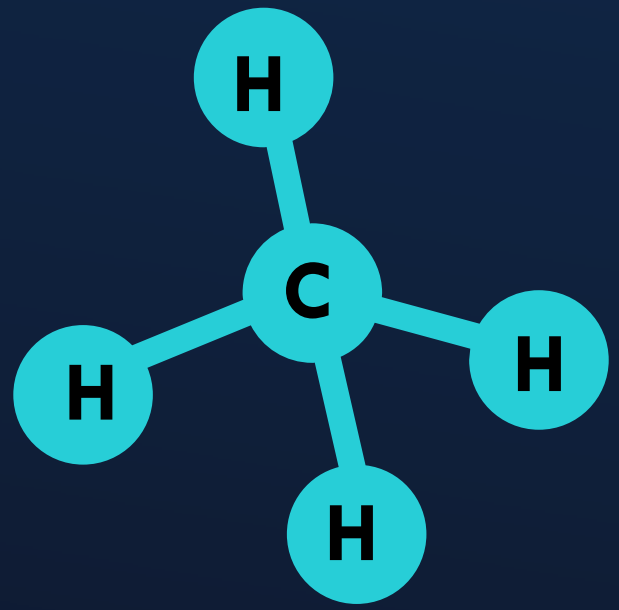
b) Pemanfaatan Gas Alam

c) Pengangkutan Gas Alam

Pengenalan Gas Alam

Gas bumi adalah suatu gas yang terbentuk secara alami dalam jangka waktu ratusan juta tahun dari batuan sedimen yang kaya dengan unsur-unsur organik pada suhu dan tekanan tinggi.

Gas Alam terdiri dari campuran senyawa hidrokarbon dan non hidrokarbon.



Senyawa Hidrokarbon

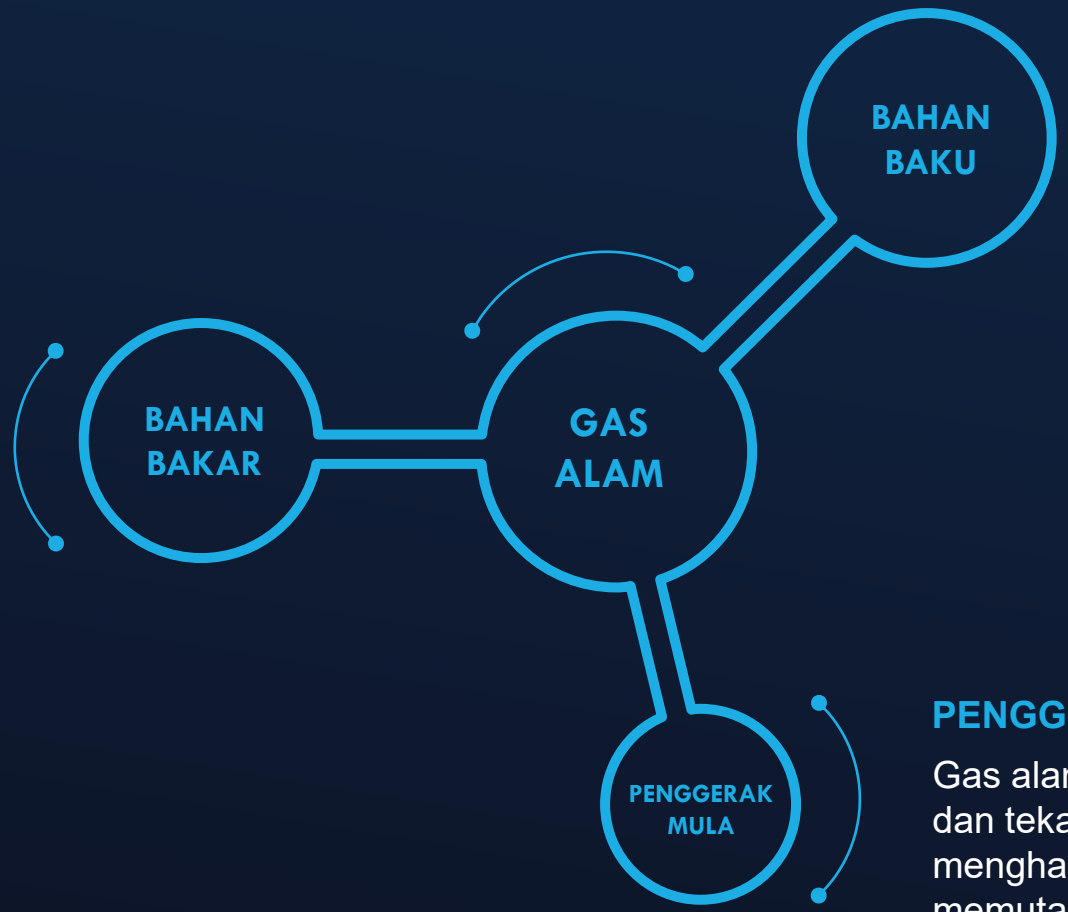
- C_1H_4 (Metana 60 – 99 % mol)
- C_2H_6 (Etana 1 – 10 % mol)
- C_3H_8(Propana)
- C_4H_{10} (Iso dan n- butana)
- C_5H_{12} (Iso dan n- pentana)
- C_6H_{14} (heksana)

Senyawa Non Hidrokarbon

- Nitrogen, CO_2, Uap air, Oksigen
- Senyawa sulfur : Hidrogen sulfida, merkaptan, karbonil sulfida dll
- Helium, hidrogen
- Senyawa hidrat
- Senyawa organologam dan logam anorganik (merkuri , besi dll)

pgn SOLUTION
action for excellence

Pemanfaatan Gas Alam



BAHAN BAKU

Gas alam dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan produk seperti CNG dan LNG.

BAHAN BAKAR

Gas alam dimanfaatkan untuk bahan bakar pada mesin-mesin industri seperti boiler, burner, furnace, gas engine, dll

PENGGERAK MULA

Gas alam yang mengalir pada suhu dan tekanan terntentu menghasilkan energy kinetic untuk memutar turbin gas yang dimanfaatkan pada generator,pompa, compressor.

pgn SOLUTION
action for excellence

Pemanfaatan Gas Alam

Pembangkit Listrik

Gas alam digunakan sebagai bahan bakar untuk boiler atau gas engine dan sebagai penggerak mula gas turbine.





Industri

Gas alam digunakan sebagai bahan bakar perlatan seperti boiler, burner, furnace, generator, gas engine.

Jasa Komersial

Gas alam digunakan sebagai bahan bakar kompor/generator di restoran, hotel, rumah sakit,dll





Rumah Tangga

Gas alam digunakan sebagai bahan bakar kompor/generator di rumah tapak/rumah susun/ apartemen.

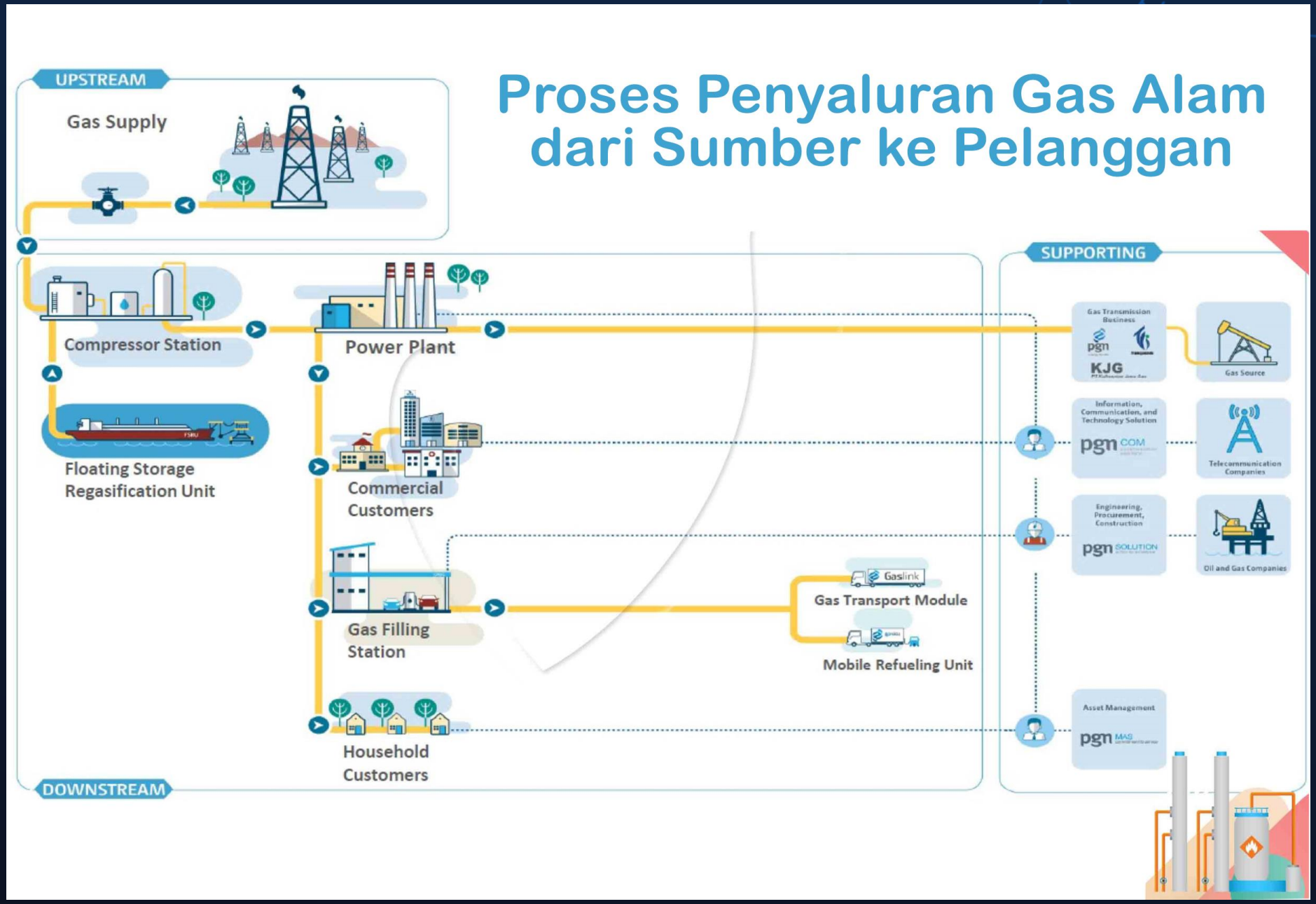
Transportasi

Gas alam digunakan sebagai bahan bakar kendaraan seperti bus, mobil, bajaj, dll



pgn SOLUTION
action for excellence

Proses Penyaluran Gas Alam dari Sumber ke Pelanggan



pgn SOLUTION
action for excellence

Pengangkutan Gas Alam



GAS PIPA

Pipe gas

Gas alam yang dialirkan melalui jaringan pipa bertekanan.



CNG

Compressed Natural Gas

Gas alam yang telah dimampatkan hingga tekanan 200-250 bar di dalam sebuah bejana tekan.



LNG

Liquified Natural Gas

Gas alam yang telah diproses untuk menghilangkan pengotor (impuritas) dan hidrokarbon fraksi berat kemudian dikondensasi menjadi cairan pada tekanan atmosfer dengan mendinginkannya sekitar -160° Celcius.

pgn SOLUTION
action for excellence

ALAT UKUR GAS ALAM



a) Pengukuran gas alam

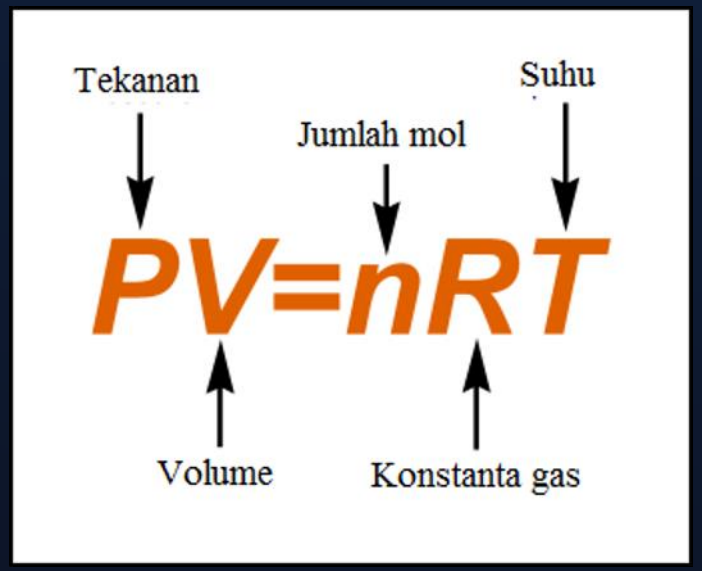
b) Jenis alat ukur gas alam

c) Alat ukur turbin dan rotary piston meter

pgn SOLUTION
action for excellence

PENGUKURAN GAS ALAM

Pada pengukuran gas alam berlaku **HUKUM GAS IDEAL** yang menjelaskan hubungan antara tekanan, volume, suhu, dan jumlah mol pada suatu gas teoretis.



Hasil kali antara tekanan dan volume berbanding terbalik dengan perubahan suhu.

$$\frac{PV}{T} = \text{konstan}$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

Pada Pengukuran Gas Alam, besaran utama yang diukur adalah

TEKANAN, SUHU, DAN VOLUME

pgn SOLUTION
action for excellence

JENIS ALAT UKUR GAS ALAM

Beberapa contoh alat ukur tekanan pada industri gas alam :



Pressure Gauge



Pressure Transmitter



Differential Pressure Transmitter

pgn SOLUTION
action for excellence

JENIS ALAT UKUR GAS ALAM

Beberapa contoh alat ukur suhu pada industri gas alam :



Thermometer Mercury



Thermometer Bimetal



Temperature Transmitter

pgn SOLUTION
action for excellence

JENIS ALAT UKUR GAS ALAM

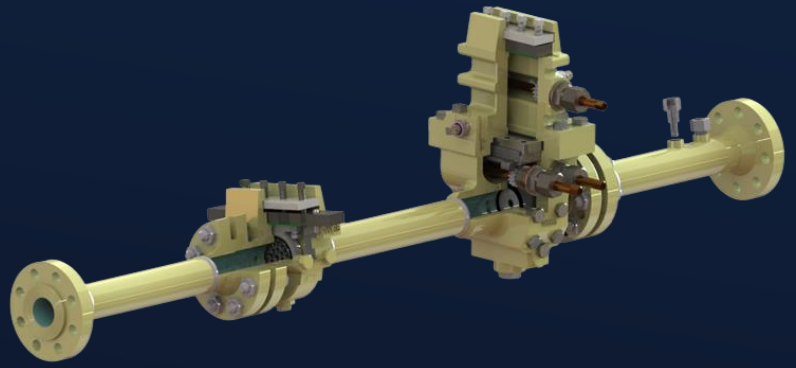
Beberapa contoh alat ukur volume pada industri gas alam :



Rotary Piston Meter



Turbin Meter



Orifice System Meter

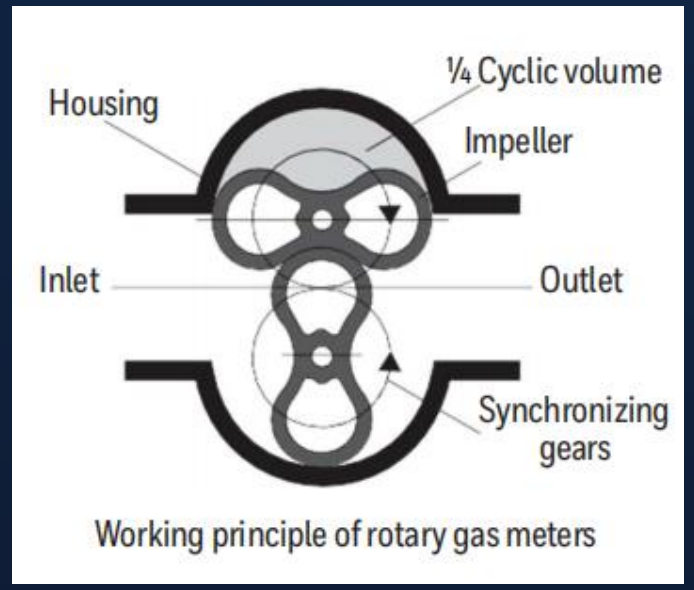


Ultrasonik Meter

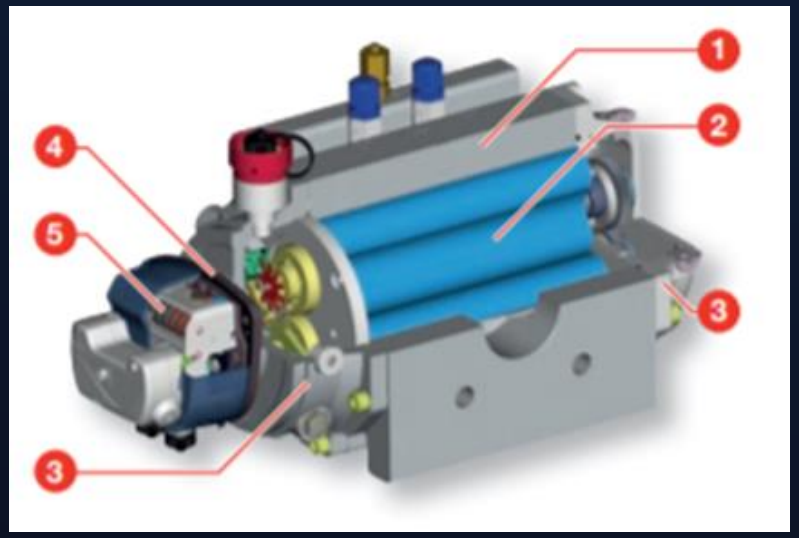
pgn SOLUTION
action for excellence

TURBIN & ROTARY PISTON METER

Rotary Piston Meter adalah alat ukur gas yang penunjukan volumenya ditentukan oleh **jumlah putaran *piston*.** Meter rotary piston termasuk ke dalam kelompok meter ***positive displacement*** yaitu meter yang mengukur volume aliran secara **langsung dan kontinyu** dengan cara memisahkan (mengisolasi) aliran fluida ke dalam sekat-sekat dengan volume tertentu. Sekat-sekat penuh berisi liquida akan berputar dan setiap putaran dihitung menggunakan *counter.*



Working principle of rotary gas meters



Nama bagian :

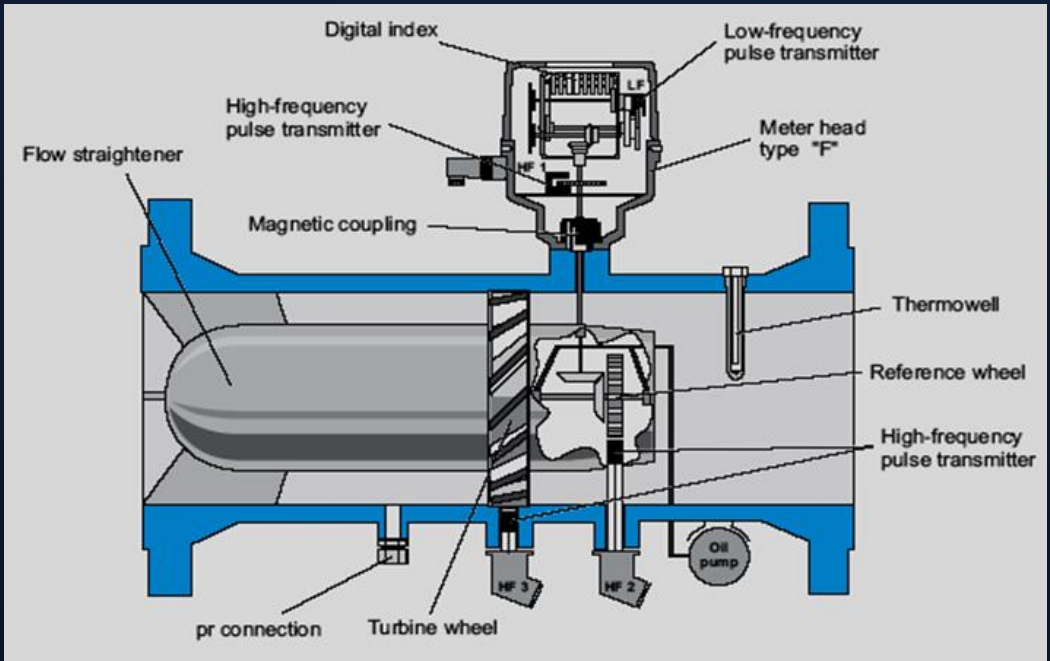
1. Body external
2. 2 unit piston yang berputar dengan diatur oleh 2 gear sehingga berputar secara berlawanan arah.
3. Tutup pelumas.
4. Magnetic coupling yang mentransmisikan putaran piston pada totalizer/counter.
5. Totalizer/counter yang menunjukkan volume gas yang mengalir.

pgn SOLUTION
action for excellence

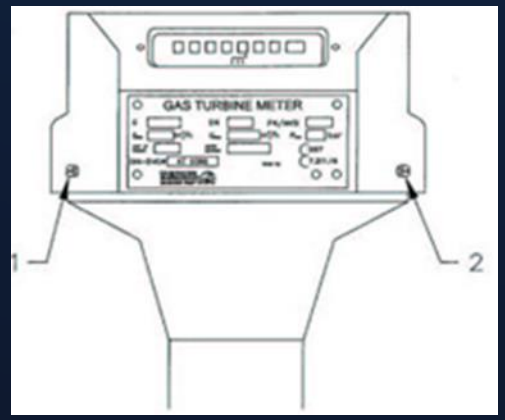
TURBIN & ROTARY PISTON METER

Turbin meter adalah meter yang penunjukan volumenya ditentukan oleh **jumlah putaran turbin**. Fluida gas yang mengalir melalui meter akan **mendorong *turbin wheel* berputar pada poros** sepanjang garis pusat dari *turbine housing.* Rotasi *turbine wheel* ini kemudian menggerakkan mechanical counter di *index head* secara mekanis.

Konstruksi:



Identifikasi:



- Pabrik pembuat
- Model dan G size
- Nomor seri
- Tahun pembuatan
- Tekanan operasi maksimal yang diijinkan
- Kapasitas maksimal pada kondisi aliran
- Kapasitas minimal pada kondisi aliran

pgn SOLUTION
action for excellence

KALIBRASI METER GAS ROTARY PISTON DAN TURBIN



a) Standar Ukuran Volume Gas

b) Metode dan Proses Kalibrasi

c) Perhitungan Hasil Kalibrasi

STANDAR UKURAN VOLUME GAS

Standar ukuran volume gas yang digunakan mengacu kepada :
PERATURAN MENTERI PERDAGANGAN REPUBLIK INDONESIA, NOMOR 31 TAHUN 2024
TENTANG STANDAR UKURAN METROLOGI LEGAL

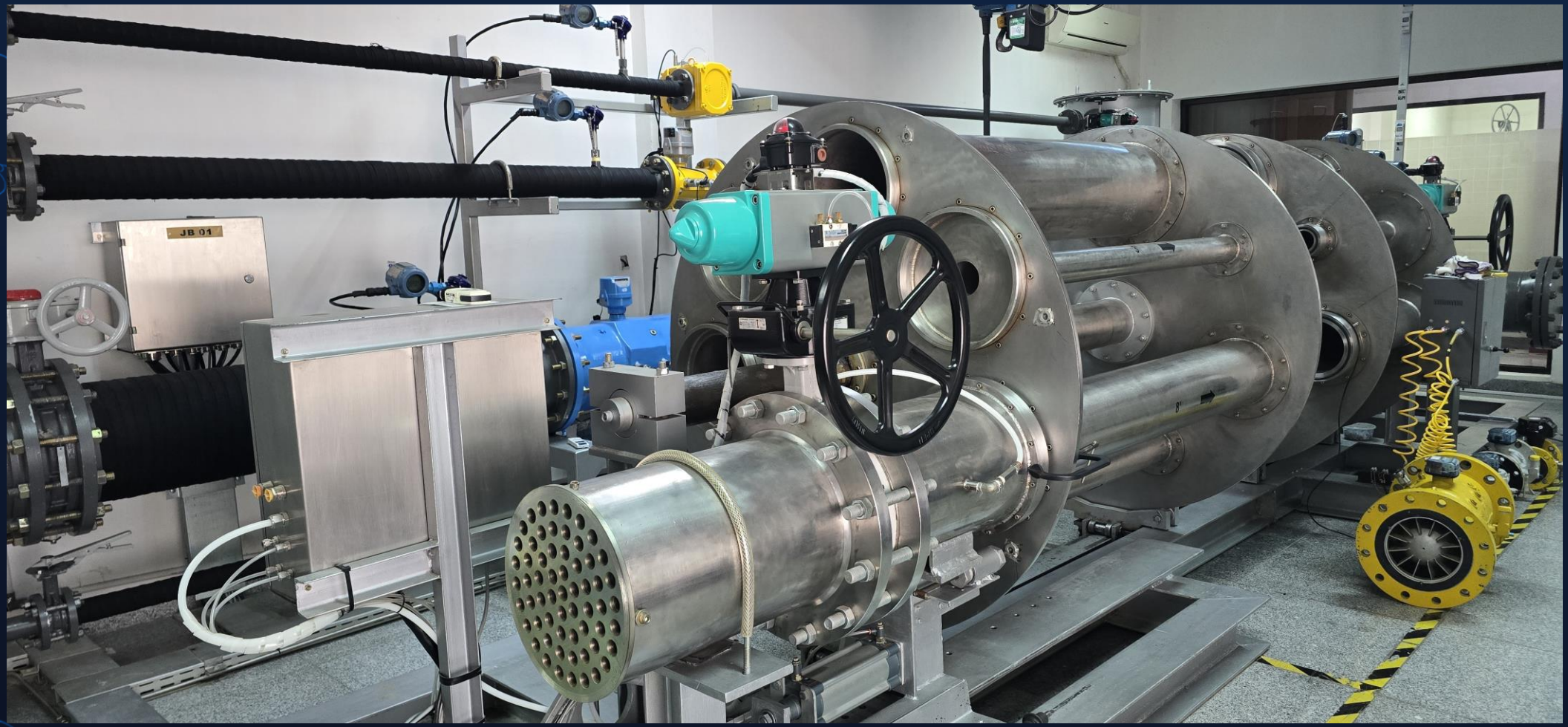
Standar Satuan Ukuran Metrologi Legal yang selanjutnya disebut SUML adalah standar satuan besaran fisik berupa alat dan perlengkapannya atau bahan acuan dari ukuran yang sah dipakai sebagai dasar pembanding dalam kegiatan metrologi legal.

Standar Ukuran Volume Gas yang digunakan :
1. Master Meter Rotary Piston G.25
2. Master Meter Rotary Piston G.65
3. Master Meter Turbin G.400
4. Master Meter Turbin G.2500



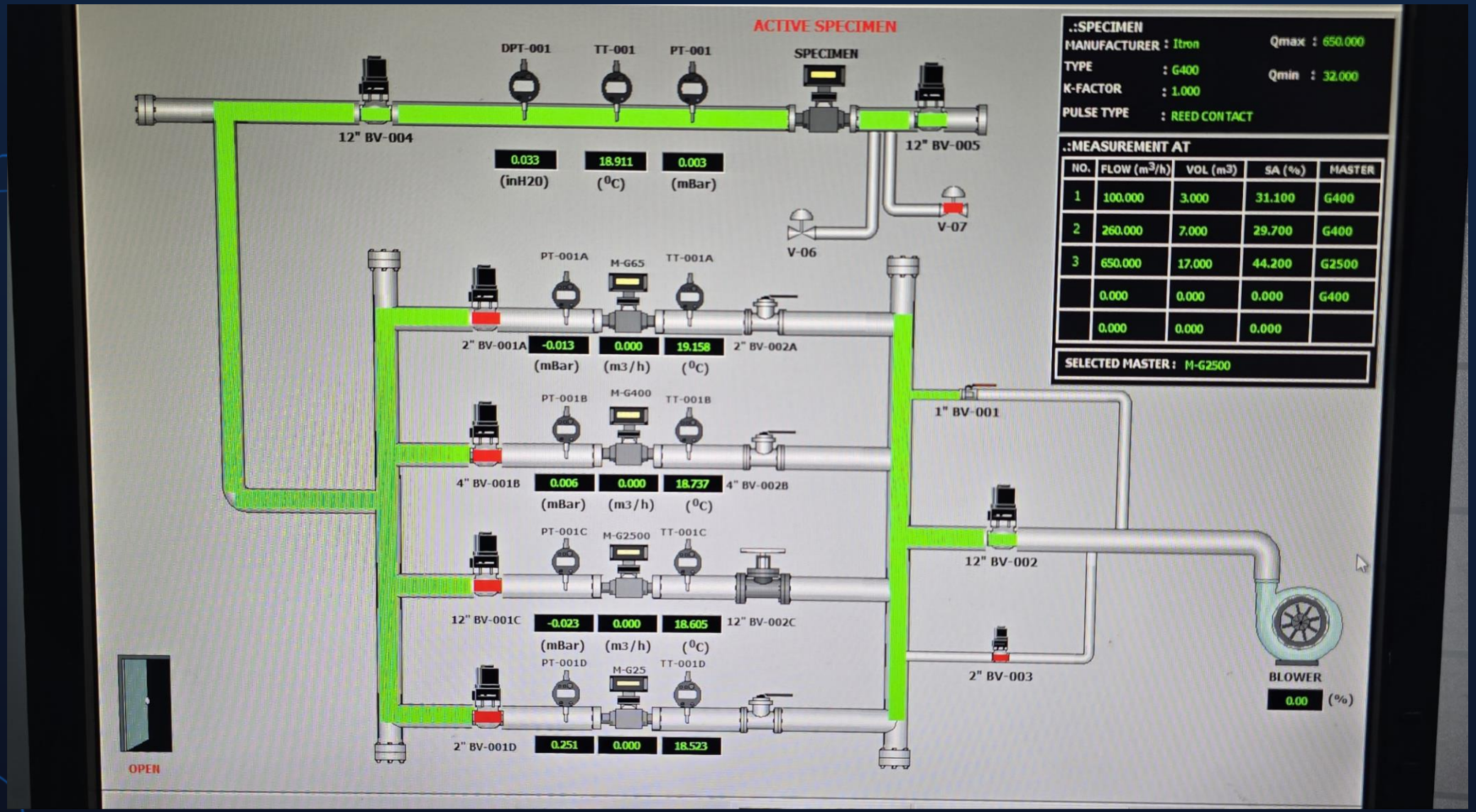
pgn SOLUTION
action for excellence

STANDAR UKURAN VOLUME GAS



pgn SOLUTION
action for excellence

STANDAR UKURAN VOLUME GAS



pgn SOLUTION
action for excellence

METODE DAN PROSES KALIBRASI

Metode pengujian kebenaran meter gas rotary piston dan turbin dilakukan menggunakan metode master meter.

Referensi :

1. Undang-undang Republik Indonesia No. 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal

2. Surat Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri No. 30/PDM/KEP/3/2010 tentang Syarat Teknis Meter Gas Rotary Piston dan Turbin.

3. OIML R137-1 dan 2 *Metrological and Technical Requirements Gas Meter.*

4. PTB Testing Instruction Volume 29 *Measuring Instrument for gas.*

pgn SOLUTION
action for excellence

METODE DAN PROSES KALIBRASI

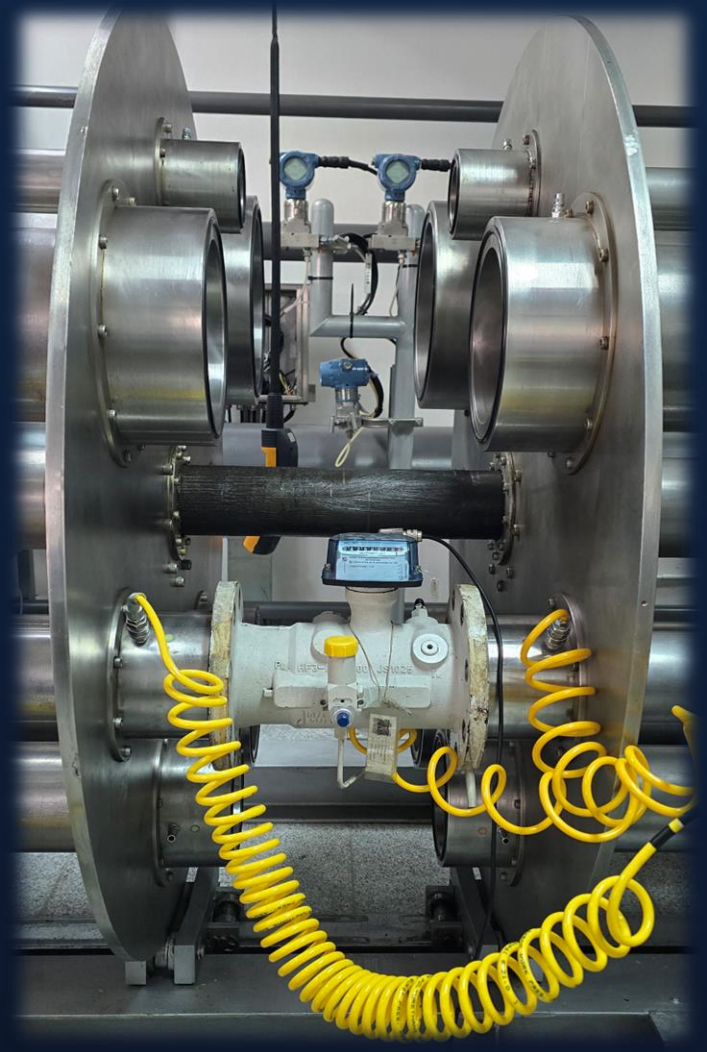
Proses kalibrasi meter gas :

1) Pengujian kebenaran pada tera maupun tera ulang Meter Rotary Piston dan Turbin paling sedikit dilakukan pada tiga debit yaitu pada:
- satu debit antara Qmin dan Qt.;
- satu debit pada 0,40 Qmaks; dan
- satu debit pada Qmaks.

2) Masing-masing debit dilakukan paling sedikit 3 (tiga) kali pengujian.

3) Volume uji untuk tiap kali pengujian paling sedikit sebesar **satu setengah** kali debit per menit.

4) Meter boleh diuji dengan menggunakan udara pada suhu 22+5 ^{o}C



pgn SOLUTION
action for excellence

PERHITUNGAN HASIL KALIBRASI

Kesalahan meter gas industri dihitung dengan memperhatikan :

- Kesalahan akibat beda penunjukan (S_1)
- Kesalahan akibat beda tekanan (S_2)
- Kesalahan akibat beda suhu (S_3)
- Kesalahan akibat kesalahan standar (S_M)

Kesalahan Penunjukkan Meter Gas yang diuji :

$$S_W = S_1 + S_2 + S_3 + S_M$$

Batas kesalahan yang diizinkan pada pengujian tera dan tera ulang meter gas rotary piston dan turbin adalah :

Debit Q (m3)	Batas Kesalahan yang Diijinkan	
	Tera	Tera Ulang
$Q_{min} \leq Q < Q_t$	± 2%	± 4%
$Q_t \leq Q \leq Q_{maks}$	± 1%	± 2%

Batas ketidaktetapan yang diizinkan pada pengujian tera dan tera ulang meter gas rotary piston dan turbin adalah sebesar **0,5 %.**

pgn SOLUTION
action for excellence

PERHITUNGAN HASIL KALIBRASI

Rumus Perhitungan BKD Kalibrasi

Kesalahan Akibat Beda Penunjukan (S_1)

$$S1 = ((W-M)/M) \times 100\%$$

Dimana :

W : Penunjukan volume meter gas yang diuji (m3).

M : Penunjukan volume master meter (m3).

Kesalahan Akibat Beda Tekanan (S_2)

$$S_2 = (P_W-P_M) \times 0.01\%$$

Dimana :

P_W : Tekanan pada meter gas yang diuji (mmH2O)

P_M : Tekanan pada master meter (mmH2O)

Kesalahan Akibat Beda Suhu (S_3)

$$S_3 = (T_M-T_W) \times 0.34\%$$

Dimana

T_w : Suhu meter yang diuji (^oC)

T_m : Suhu meter induk (^oC)

Kesalahan Master Meter yang digunakan (S_m)

Adalah kesalahan dari master meter yang digunakan dalam pengujian. Nilai ini didapat dari sertifikat hasil verifikasi master meter.

pgn SOLUTION
action for excellence

PERHITUNGAN HASIL KALIBRASI

CERAPAN PENGUJIAN METER GAS INDUSTRI (TURBIN/ROTARY) DENGAN METODE METER GAS INDUK

No. Order:

PEMILIK	:			ALAMAT :	
METER YANG DIUJI				METER INDUK	
MEREK	:	Q Maksimum	:	MEREK	:
TIPE/MODEL	:	Q Minimum	:	TIPE	:
NO. SERI	:	TOTALISATOR AKHIR	:	Q Maksimum	:
P. MAKSIMUM	:	PENYEGELAN	:	Q Minimum	:
LEMPING	:	PENGUJIAN	:	NO. SERI	: NO. URUT :

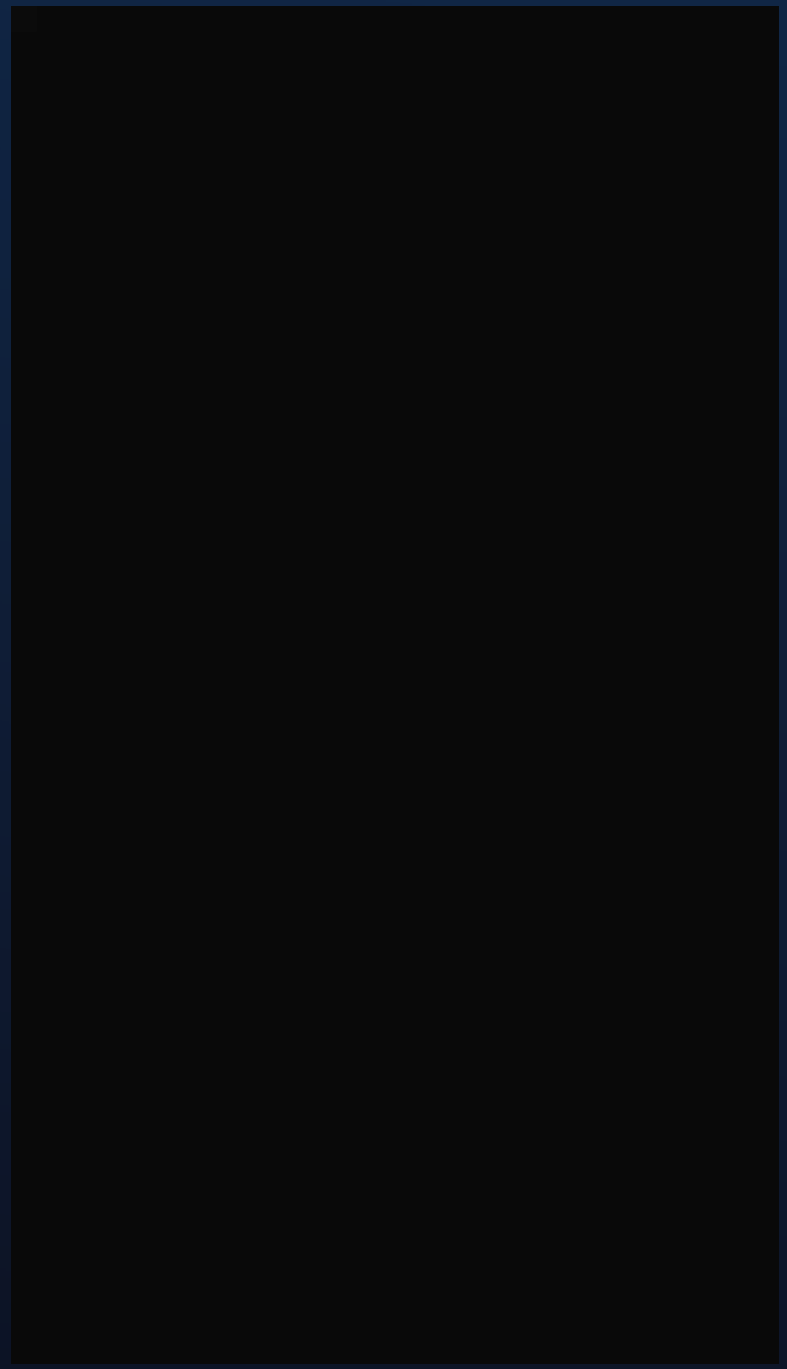
NO	URAIAN	FORMULA	SATUAN	I			II			III		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
	KECEPATAN ALIR	Q	m^3/h									
I	METER YANG DIUJI											
1	TEKANAN	Pw	mmH2O									
2	SUHU	tw	°C									
3	PENUNJUKAN AKHIR	Wb	m^3									
4	PENUNJUKAN AWAL	Wa	m^3									
5	VOLUME YANG DIUKUR	W=Wb-Wa	m^3									
II	METER INDUK											
1	TEKANAN	Pm	mmH2O									
2	SUHU	tm	°C									
3	PENUNJUKAN AKHIR	Mb	m^3									
4	PENUNJUKAN AWAL	Ma	m^3									
5	VOLUME YANG DIUKUR	M=Mb-Ma	m^3									
III	HITUNGAN											
1	BEDA PENUNJUKAN	S1=((W-M)/M)x100	%									
2	BEDA TEKANAN	S2=(Pw-Pm) x 0,01	%									
3	BEDA SUHU	S3=(tm-tw) x 0,34	%									
4	KESALAHAN METER INDUK	S4	%									
5	KESALAHAN PENUNJUKAN	S5=S1+S2+S3+S4	%									
		RATA-RATA	%									
6	KETIDAKTETAPAN		%									
BKD		TERA	%	± 2			± 1			± 1		
		TERA ULANG	%	± 4			± 2			± 2		

BANDUNG,

DIREKTORAT METROLOGI

	NAMA PETUGAS	TANDA TANGAN
1		
2		

pgn SOLUTION
action for excellence



Danantara Indonesia

pgn SOLUTION
action for excellence



TERIMA KASIH

PT PGAS SOLUTION
Jl. KH. Zainul Arifin No.20
Jakarta 11140