

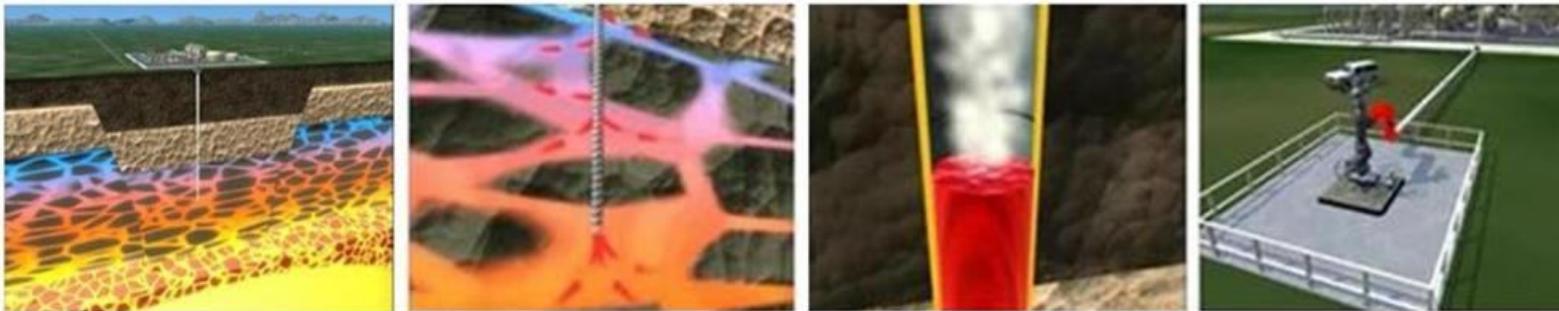


Geothermal Reservoir and Production Engineering  
Knowledge And Skills

# GEOHERMAL PRODUCTION ENGINEERING

## Part – 4: Well Stimulation

This course was developed within WP 1.04 of the GEOCAP program



Figures captured from CalEnergy's video

# TOPICS

- 
- Fundamentals of Production Engineering
  - Wellbore modeling for steam well
  - Wellbore modelling for two-phase flow
  - Stimulation (lifting; well discharge; acidizing)**
  - Exercise



**Geothermal Reservoir and Production Engineering  
Knowledge And Skills**

# **STIMULATION: Lifting and Well discharge**

**Nenny Saptadji (ITB)  
Nurita Putri Hardiani (ITB)**

Course material is in Indonesian Language

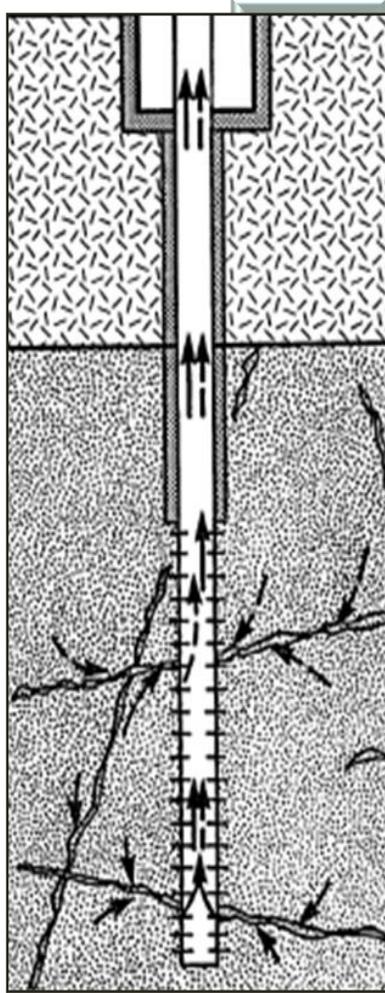


## *Referensi:*

1. *Grant M. and Bixley, P.F.(2011), Geothermal Reservoir Engineering 2nd edition, Elsevier- Academic Press, 359 pp*
2. *Aqui, A. (1996): Well Discharge Stimulation of Some Geothermal Wells in the Phillipines by Nitrogen Gas Injection, Report No. 96.03 of the Geothermal Institute, University of Auckland, October 1996.*
3. M. Husni Mubarok (2013): Enthalpy Determination and Two Phase Wells Discharge Evaluation Using P&T Down Hole Measurement at Ulubelu Field, PROCEEDINGS, 13<sup>th</sup> Indonesia International GEOTHERMAL Convention & Exhibition 2013, Assembly Hall - Jakarta Convention Center Indonesia, June 12 – 14, 2013

4. **Mohamad Husni Mubarok (2014): Well Stimulation, dipresentasikan di Program Studi S2 Teknik Panas Bumi.**
5. **Christine H. Siega, Virgilio S. Saw, Romeo P. Andrino Jr., and Garry F. Cañete (205): Well-to-Well Two-Phase Injection using a 10in Diameter Line to Initiate Well Discharge in Mahanagdong Geothermal Field, Leyte, Philippines, Proceedings World Geothermal Congress 2005 Antalya, Turkey, 24-29 April 2005.**

# Memproduksi Fluida dari Sumur Geotermal

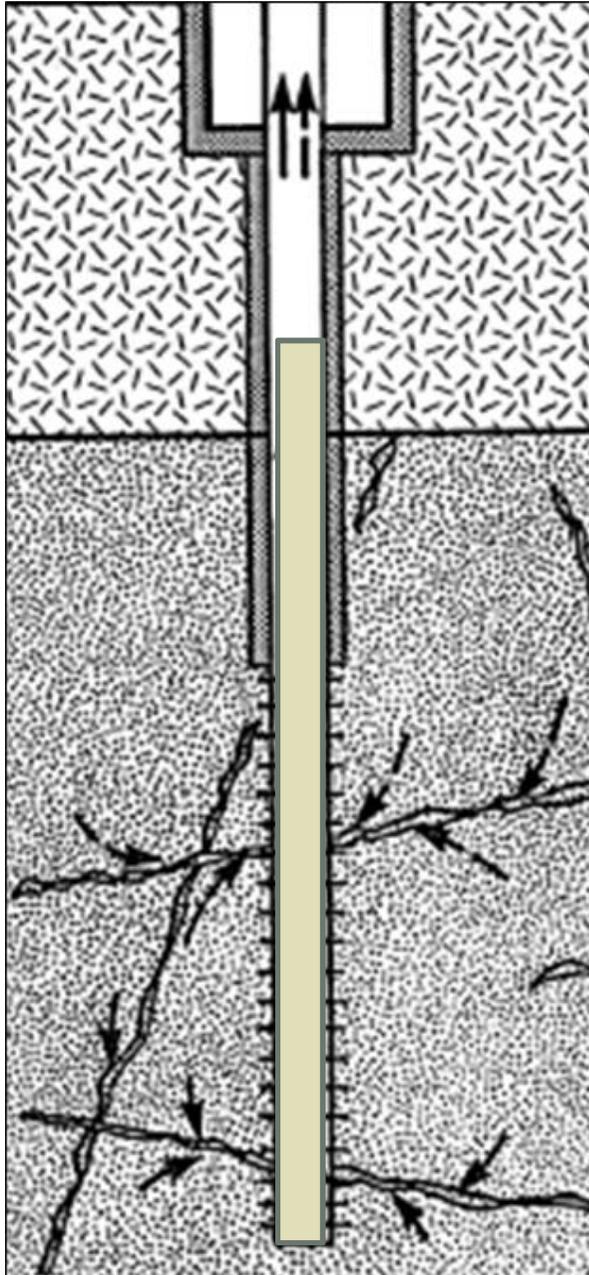


**Ketika control valve dibuka**

**Fluida mengalir secara alamiah  
(artesian well)**

**Fluida tidak mengalir secara alamiah  
(non-artesian well)**

**Bahkan setelah selama  
berminggu-minggu sumur ditutup,  
agar fluida menjadi panas, namun  
ketika control valve dibuka, tetap  
dari sumur tidak ada aliran fluida**



**MENGAPA BANYAK  
SUMUR DI LAPANGAN  
DOMINASI AIR TIDAK  
MAMPU BERPRODUKSI  
SECARA ALAMIAH ?**

## Mengapa di lapangan geothermal dominasi air banyak sumur tidak mampu memproduksi secara alamiah ?

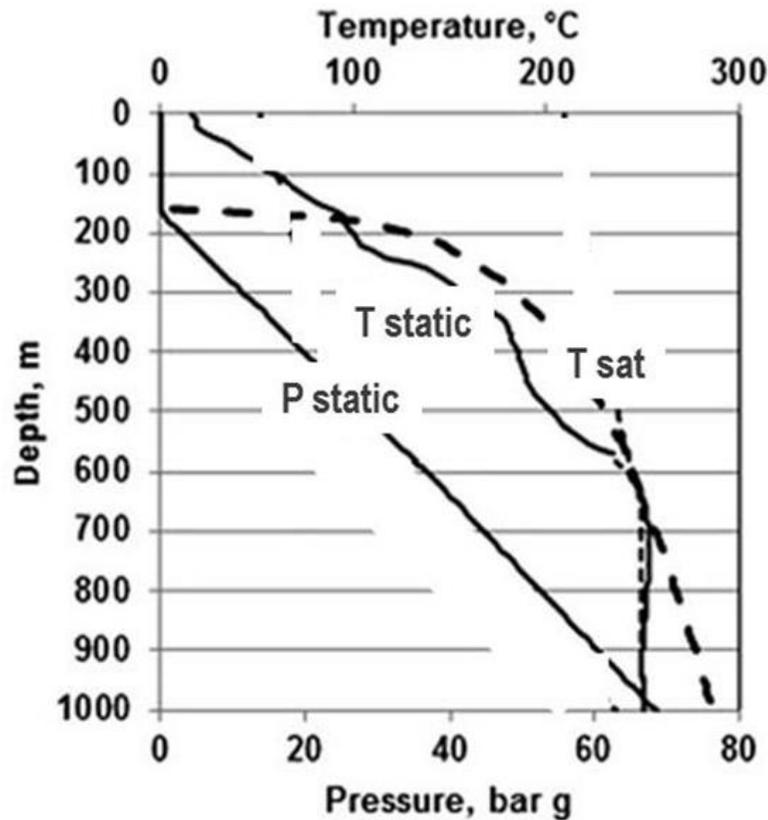
Permukaan air yang dalam, > 500 meter

*Temperature recovery* lambat dan TKS tidak berkembang sendirinya

Suhu di bagian atas kolom air sampai kepala sumur sangat dingin.

Sumur rusak selama pengeboran dan di bagian bawah terisi dengan lumpur

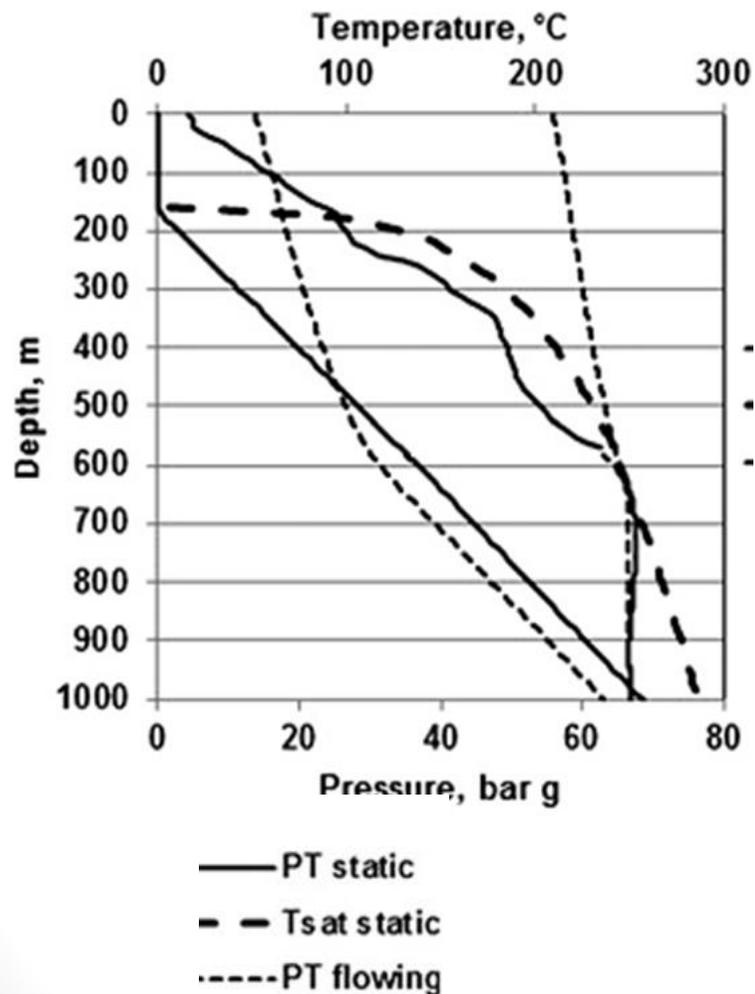
## Mengapa sumur tidak dapat memproduksi secara alamiah?



Grant et al. (2011) penyebabnya:

- Di bagian atas sumur ada bagian yang dingin.
- Permukaan air berada di bawah kepala sumur, dan bagian atas dari kolom air akan "dingin" (di bawah titik didih).

Grant M. and Bixley, P.F.(2011),,  
Geothermal Reservoir Engineering  
2nd edition, Elsevier- Academic  
Press, 359 pp



Gambar memperlihatkan: profil tekanan di dalam sebuah sumur saat

1. Saat fluida mengalir
2. Saat statik.

Ketika sumur mengalir, sumur berisi kolom fluida mendidih di bagian atasnya dan mungkin di seluruh kedalaman. Kolom cairan yang dinamis ini memiliki gradien tekanan lebih rendah dari cairan statis, sehingga meskipun ada pressure drawdown di feed zone, masih ada tekanan di kepala sumur.

## ADA BEBERAPA CARA STIMULASI SUMUR:

1

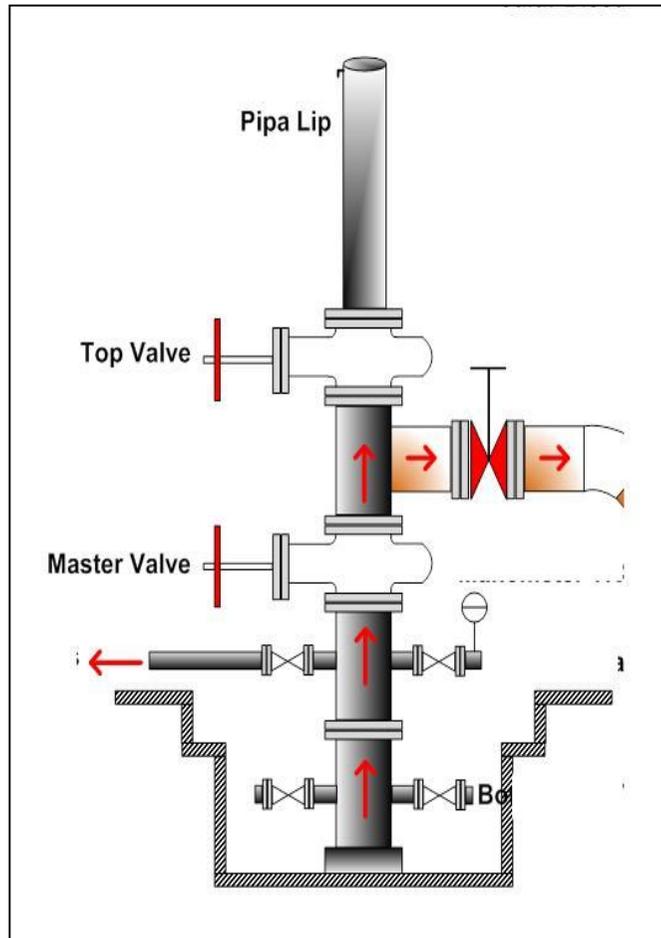
Stimulasi sumur dengan memberikan tekanan pada sumur (Pressurizing the well)

2

Stimulasi sumur dengan pengangkatan fluida oleh gas (Gas lift)

3

Stimulasi sumur dengan injeksi uap atau fluida dua fasa (well to well stimulation)



Gambar dari Mohamad Husni Mubarak  
(2014)

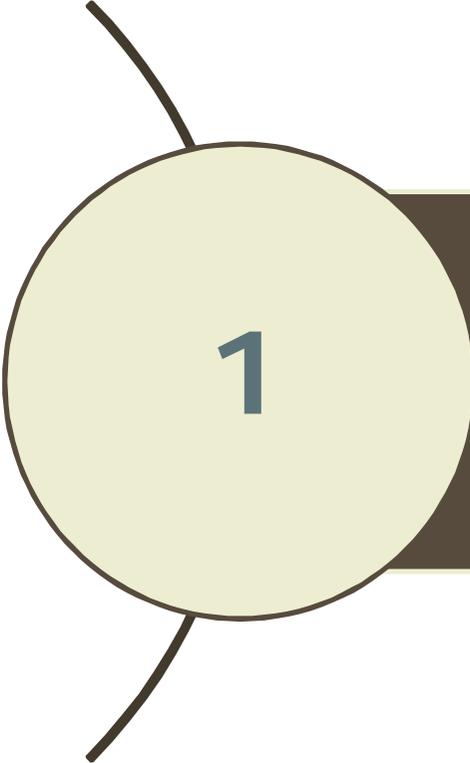
- » Karena sumur tidak mengalirkan fluida saat valve dibuka, tidak berarti sumur tersebut merupakan sumur produksi yang buruk.
- » Contoh: Sumur OK - 5 di lapangan Palinpinon tidak berproduksi meskipun telah distimulasi dengan memberikan tekanan udara atau air lift, namun akhirnya dapat berproduksi dengan dengan injeksi uap, mengalirkan fluida 30 kg/s dan enthalpy 2000 kJ /kg.

## PEMILIHAN METODA

Hal-hal yang harus dipertimbangkan:

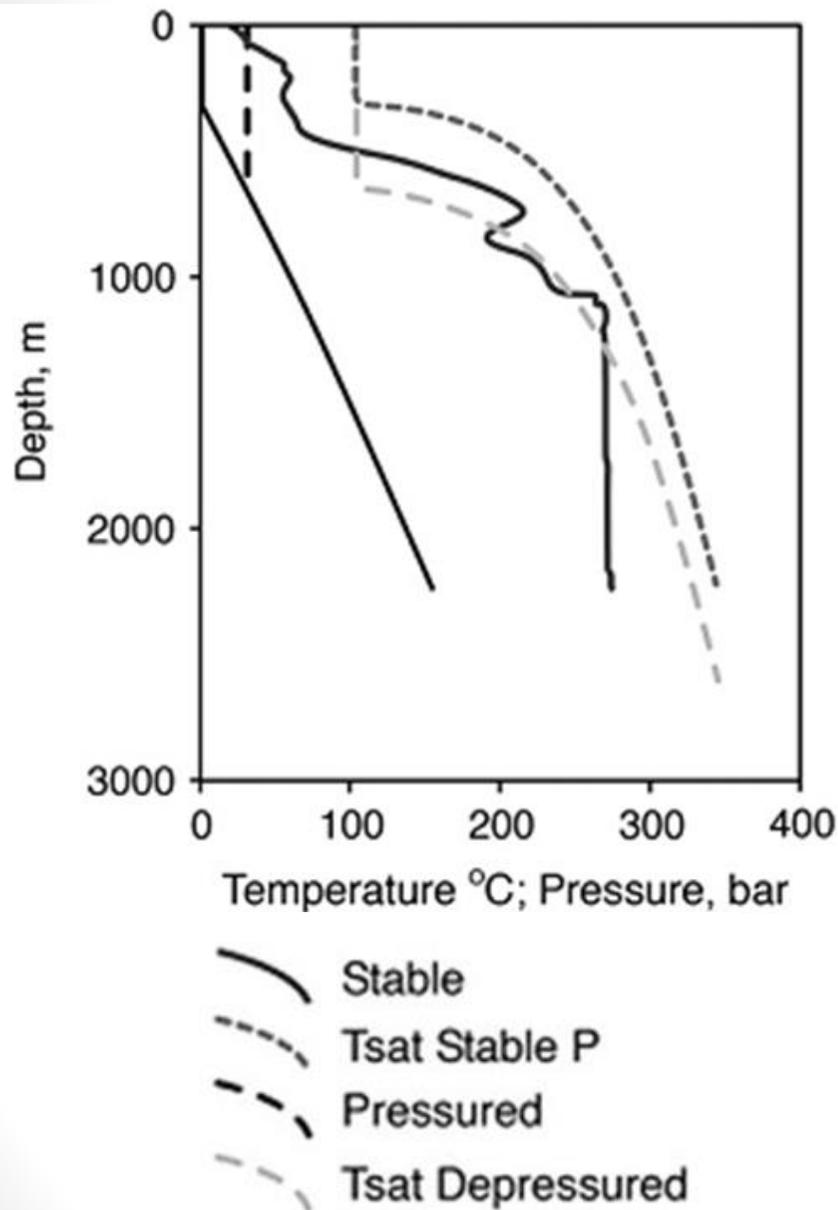
- » Stress pada casing. Meminimalkan tekanan (stress) pada casing yang disebabkan oleh perubahan suhu yang mendadak.
- » Temperatur reservoir, khususnya untuk reservoir suhu tinggi ( $\sim 280^{\circ}\text{C}$ ) dan dimana didalam sumur digunakan casing yang seluruhnya disemen (panjang  $\sim 1000\text{meter}$ ).

Untuk kedua kategori sumur tersebut teknik stimulasi yang disukai untuk memproduksi fluida adalah dengan pemanasan bertahap dengan melakukan injeksi uap atau fluida dua fasa.



1

**Stimulasi Sumur dengan  
Memberi Tekanan Pada  
Sumur (Pressurizing the well)**

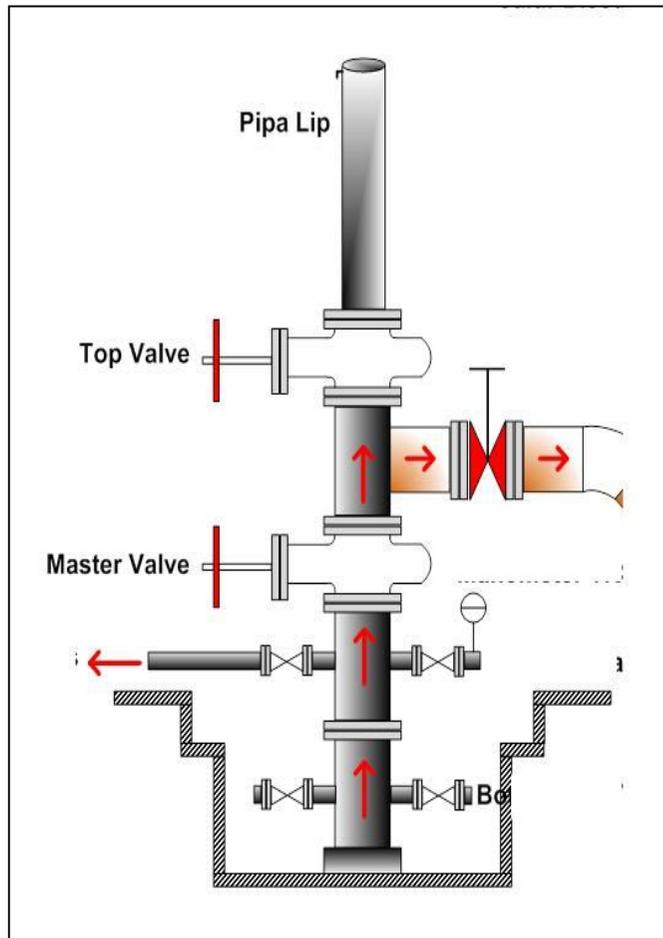


Referensi: Grant M. and Bixley, P.F.(2011),,, Geothermal Reservoir Engineering 2nd edition, Elsevier-Academic Press, 359 pp.

- Metode ini digunakan bila permukaan air dapat ditekan ke tingkat sedemikian rupa sehingga profil BPD dari permukaan air yang ditekan memotong landaian suhu
- Sumur dapat ditekan dengan **memompa udara** atau **gas** seperti **nitrogen**.

## Pelaksanaan:

- » Sumur diberi tekanan selama beberapa jam, kemudian katup wellhead dibuka dengan cepat.
- » Jika operasi ini berhasil, air dalam sumur akan mendidih dan mulai mengalir.
- » Apabila permukaan air ditekan, maka air dari sumur akan masuk kedalam formasi melalui feedzone.
- » Setelah permukaan air ditekan, tunggu beberapa waktu agar di sumur menjadi panas kembali (karena air dingin yang semula ada di bagian atas sumur tertekan ke bagian bawah)
- » Temperatur titik didih air di sumur kemudian jadi berkurang. Air akan mendidih – fluida mendidih berekspansi dan mengangkat kolom air hingga ke kepala sumur.



Gambar dari M. Husni Mubarak (2014)

## Stimulasi Sumur dengan Memberikan Tekanan Pada Sumur (Pressurizing the Well)

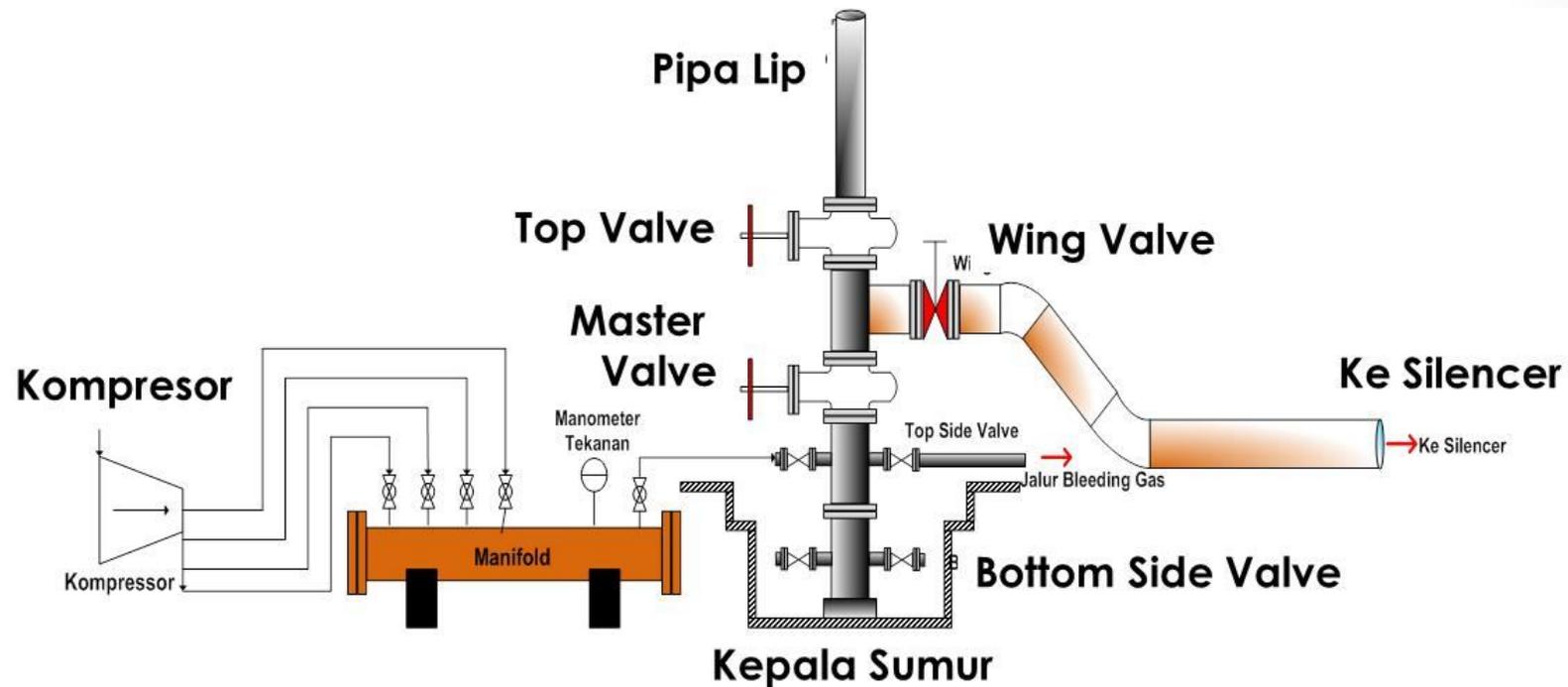
- Metode ini tidak tepat untuk sumur suhu tinggi ( $>280^{\circ}\text{C}$ ).  
 → terjadi thermal shock terhadap casing
- Metode ini umumnya berhasil bila permukaan air kurang dari 200 meter dari permukaan.

**Lesson learned  
dari Pertamina Geothermal Energy  
Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)**

# Stimulasi Sumur Geotermal dengan Air Compression

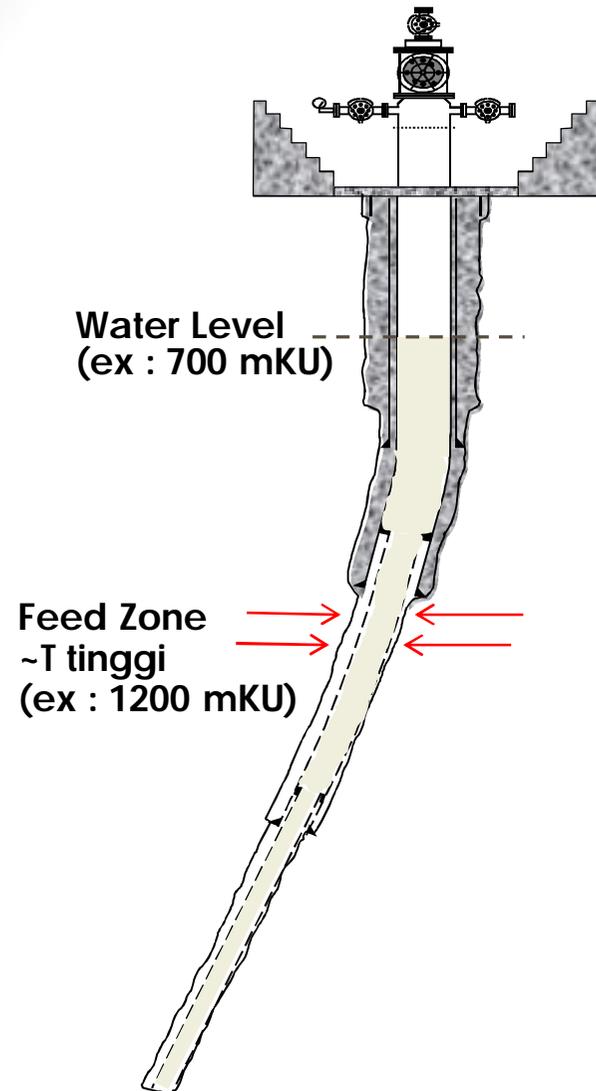


# FASILITAS STIMULASI SUMUR DENGAN AIR COMPRESSION (UDARA BERTEKANAN)

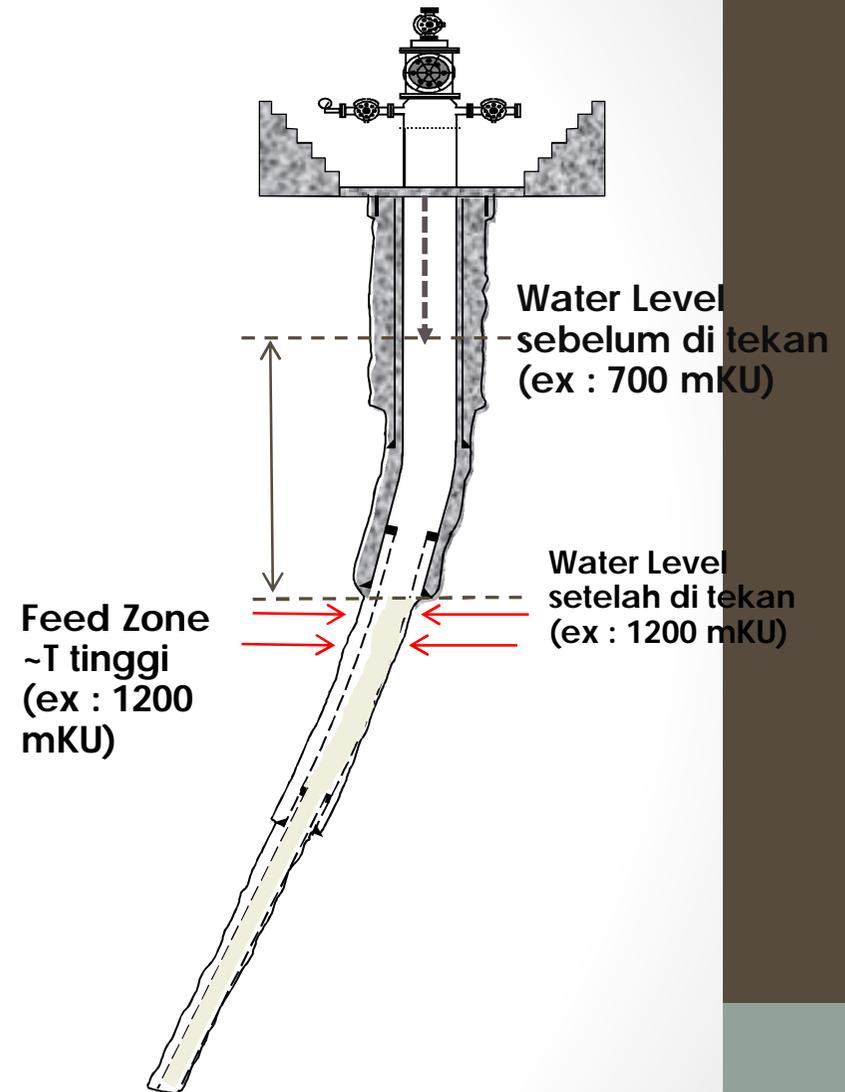
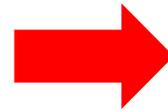


Gambar dari Husni Mubarak (2014)

# STIMULASI SUMUR DENGAN AIR COMPRESSION



Kondisi Awal : Sumur tidak flowing (non artesian)



Kondisi Setelah Stimulasi Udara : Sumur menjadi flowing (setelah di tekan 50 bara)

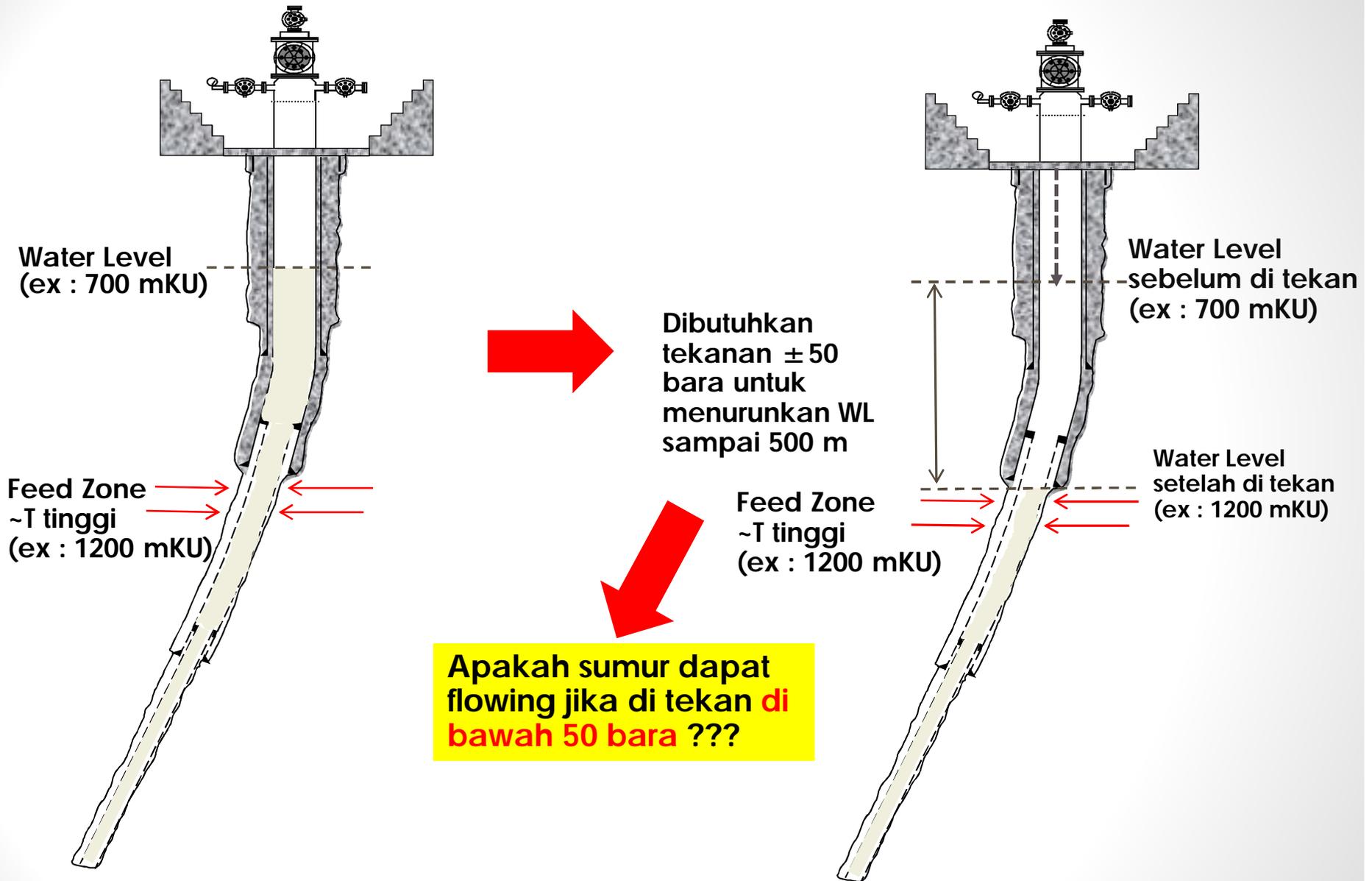
# Analisa (Prediksi) Keberhasilan Stimulasi Sumur (Discharge)

- Sebelum sumur dua fasa di uji, perlu dilakukan analisa keberhasilan discharge, dengan menggunakan pendekatan Af/Ac. Hal ini perlu dilakukan agar dapat diketahui secara dini perlu atau tidaknya dilakukan stimulasi sumur.
- Prediksi keberhasilan discharge menggunakan pendekatan Af/Ac dimana:
  - Af adalah luas area flashing
  - Ac sebagai luas area kondensasi.
- Af dan Ac dapat ditentukan dengan membuat grafik boiling pada data P & T.

## Kriteria nilai Af/Ac untuk memprediksi peluang keberhasilan stimulasi sumur

Nilai Af/Ac	Keterangan
$Af/Ac < 0,70$	Peluang sumur discharge kecil
$Af/Ac > 0,85$	Peluang sumur discharge besar
$Af/Ac = 0,70 - 0,85$	Peluang sumur discharge tidak pasti

# ANALOGI STIMULASI SUMUR (AIR COMPRESSION)



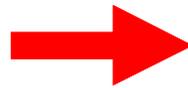
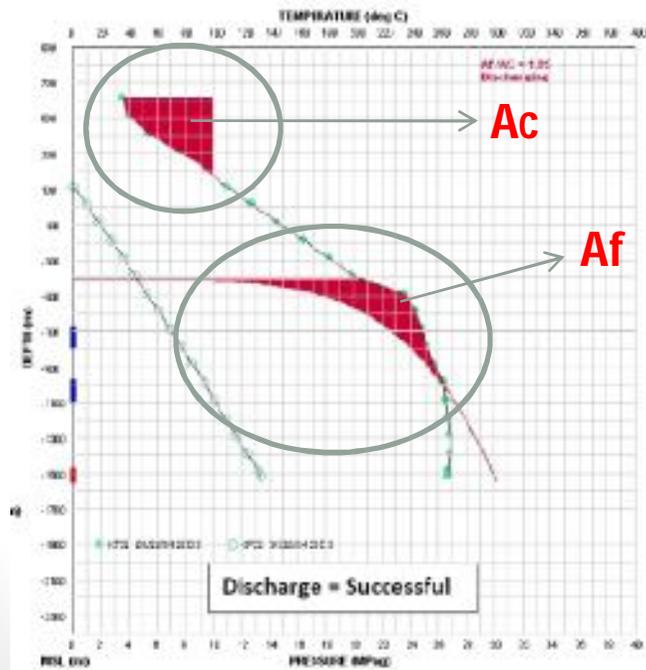
Kondisi Awal : Sumur tidak flowing (non artesian)

Kondisi Setelah Stimulasi Udara : Sumur menjadi flowing (setelah di tekan 50 bara)

# Metode Af/Ac (Stock, 1983)



Analisis Discharge Sumur



Keberhasilan stimulasi dapat di prediksi menggunakan metode Af/Ac



- Af = Flashing Area
- Ac = Condensation Area

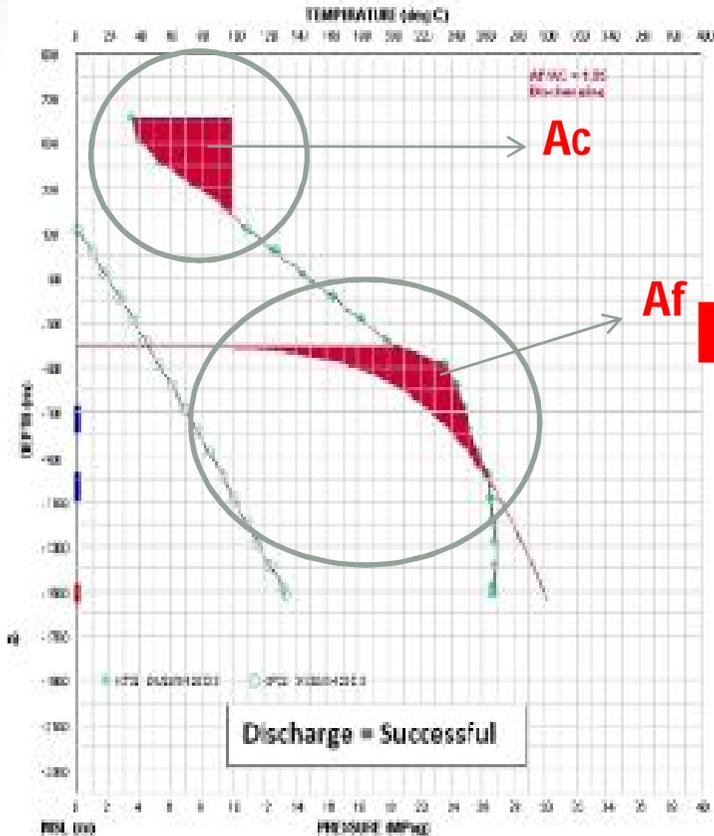


Kaitannya dengan :

- Penentuan sumur, artesian / non artesian.
- Besarnya tekanan udara yang dibutuhkan untuk stimulasi sumur

Nilai Af/Ac	Keterangan
Af/Ac < 0,70	Peluang sumur discharge kecil
Af/Ac > 0,85	Peluang sumur discharge besar
Af/Ac = 0,70 - 0,85	Peluang sumur discharge tidak pasti

# Penerapan Metode Af/Ac (Stock, 1983)



Setelah di simulasikan menggunakan metode Af/Ac, ternyata sumur **dapat flowing** dengan hanya di tekan sebesar **± 20.4 bara**

Dengan hanya di tekan 20.4 bara ( $\pm 204$  m), sumur dapat flowing

Feed Zone  
~T tinggi  
(ex : 1200 mKU)

Water Level  
sebelum di tekan  
(ex : 700 mKU)

Water Level setelah  
di tekan  
(ex : 904 mKU)

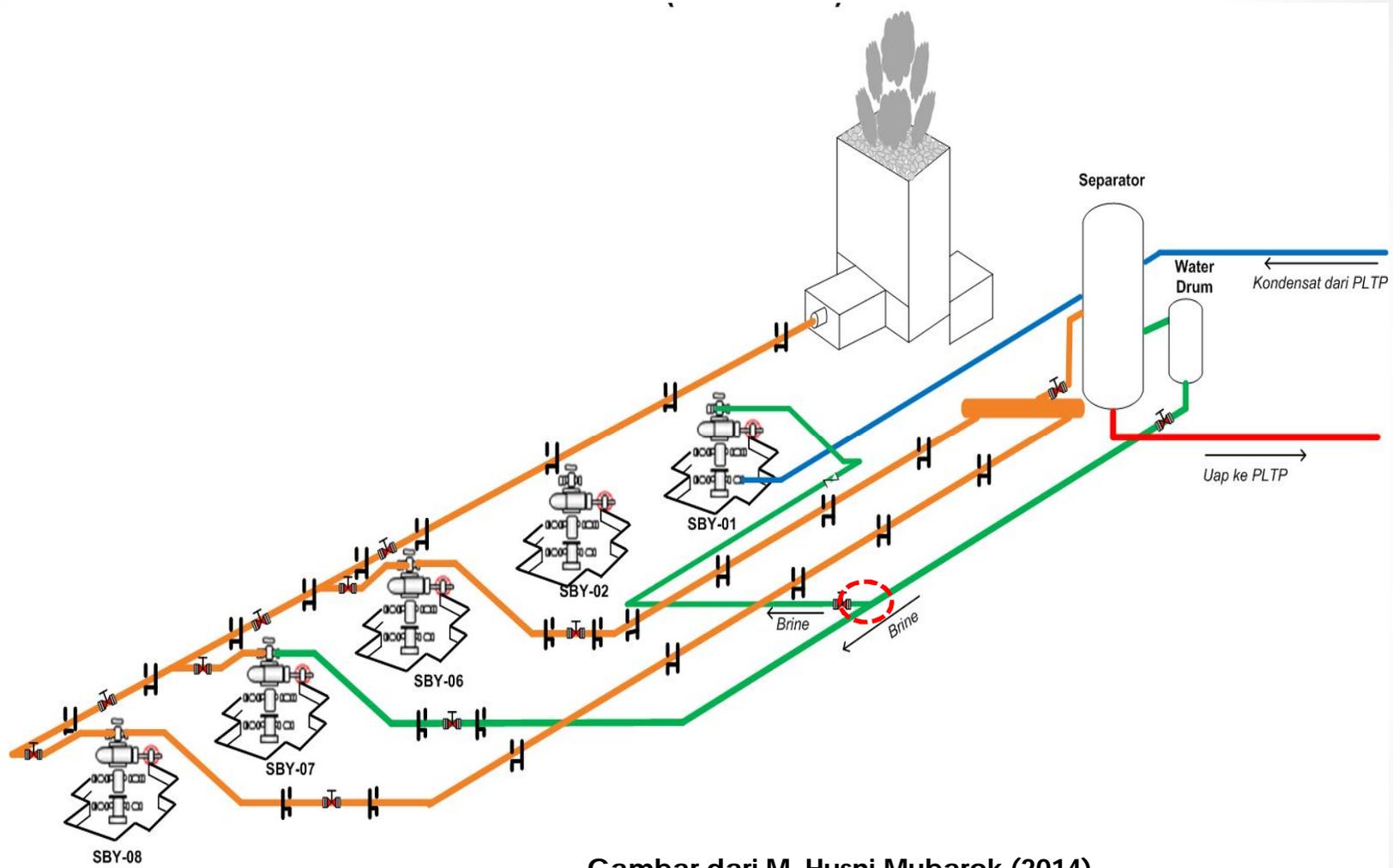
Kondisi Setelah Stimulasi Udara : Sumur menjadi flowing (setelah di tekan 20.4 bara)

## FAKTA SEPUTAR STIMULASI SUMUR DENGAN AIR COMPRESSION (Husni Mubarok, 2014):

- ❑ Sumur yang non artesian tidak berarti bahwa sumur tersebut "*bad production*", terkadang sumur non artesian memiliki potensi yang besar.
- ❑ Perlu dilakukan analisis discharge terlebih dahulu sebelum memutuskan metode stimulasi mana yang akan dipilih untuk menghidupkan sumur (terkait cost & efisiensi waktu).
- ❑ Jika terdapat kebocoran pada sumur, maka metode air compression tidak akan efektif. Semakin besar tekanan kompresi, makin besar pressure loss.

## Mohamad Husni Mubarok (2014):

- ❑ Diusahakan menggunakan kompressor berkapasitas kecil, jika tidak memungkinkan dapat digunakan kompressor kapasitas besar namun biaya yang dibutuhkan besar (+/-Rp.2M ; asumsi menggunakan kompressor air drilling).
- ❑ Metode Af/Ac tidak selamanya sesuai, ada beberapa sumur yang diprediksi tidak dapat discharge ( $Af/Ac < 0.85$ ) namun kenyataannya dapat discharge.
- ❑ Fasilitas uji termasuk kompressor harus dipastikan dapat bekerja dengan baik sebelum dilakukan kegiatan kompresi udara.



Gambar dari M. Husni Mubarak (2014)

1

Stimulasi sumur dengan memberikan tekanan pada sumur  
(Pressurizing the well)

2

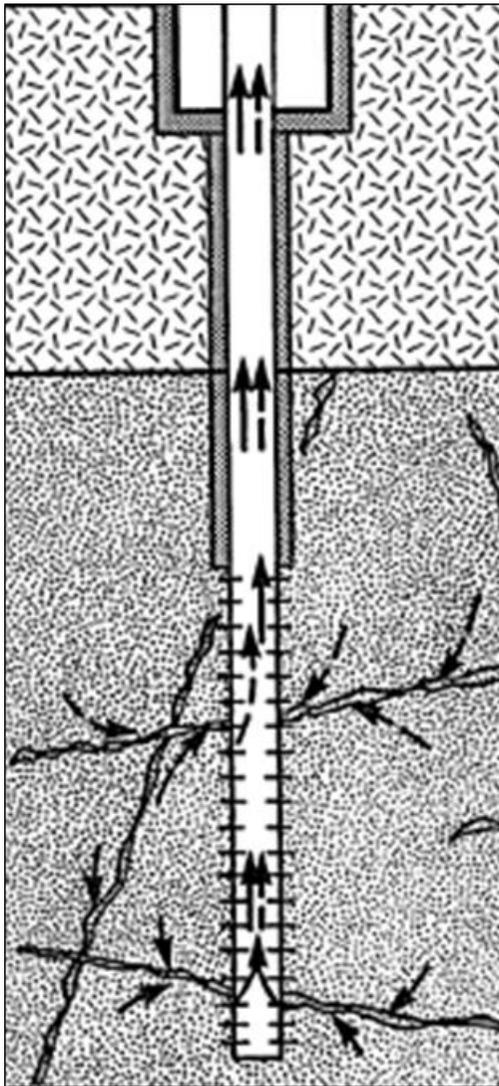
Stimulasi sumur dengan pengangkatan fluida oleh gas  
(Gas lift)

3

Stimulasi sumur dengan injeksi uap atau fluida dua fasa

- ❖ Stimulasi sumur dengan metoda gas lift sudah lama digunakan di bidang perminyakan untuk mengalirkan fluida dari sumur minyak.
- ❖ Gas yang dibutuhkan untuk stimulasi sumur geotermal relatif lebih sedikit bila dibandingkan gas untuk stimulasi sumur minyak karena sumur geotermal mempunyai temperatur lebih tinggi dibandingkan sumur minyak. Steam yang terbentuk saat air mempunyai temperatur sama dengan temperatur titik didih (boiling) akan membantu pengangkatan fasa cair.

- ❖ Untuk pelaksanaannya dibutuhkan sebuah rig untuk workover atau coiled tubing unit (CTU) untuk menginjeksikan gas ke dalam tubing.
- ❖ Indikasi dari keberhasilan stimulasi sumur adalah terjadinya aliran gas-air di permukaan.
- ❖ Apabila fluida dingin telah diangkat dari dalam sumur, maka fluida panas akan mengalir dari zona rekahan ke dalam sumur. Apabila fluida ini cukup panas, fluida akan mendidih dan mengalir ke atas hingga ke permukaan.



Setelah injeksi gas dilakukan, ada kemungkinan bahwa fluida panas tidak akan terproduksi ke permukaan apabila di bagian atas sumur ada zona rekahan air dingin, sehingga gas yang diinjeksikan akan mengangkat air dingin ini dan menghambat aliran fluida panas dari zona dibawahnya.

## Lesson learned from the Philippine Geothermal Wells

**Aqui, A. (1996):**

**WELL DISCHARGE STIMULATION OF SOME  
GEOHERMAL WELLS IN THE PHILLIPINES BY  
NITROGEN GAS INJECTION**

**Report No. 96.03 of the Geothermal  
Institute, University of Auckland, October  
1996.**

*Ref: Aqiu, A. (1996): Well Discharge Stimulation of Some Geothermal Wells in the Phillipines by Nitrogen Gas Injection, Report No. 96.03 of the Geothermal Institute, University of Auckland, October 1996.*

## **INJEKSI GAS NITROGEN:**

- Gas Nitrogen diinjeksikan agar berat kolom air dalam sumur menjadi lebih rendah → Mengurangi tekanan didalam sumur (well bore pressure) di zona permeabel hingga sama dengan tekanannya saturasinya → menyebabkan air terangkat oleh gas (*lifting action*) → sumur memproduksi

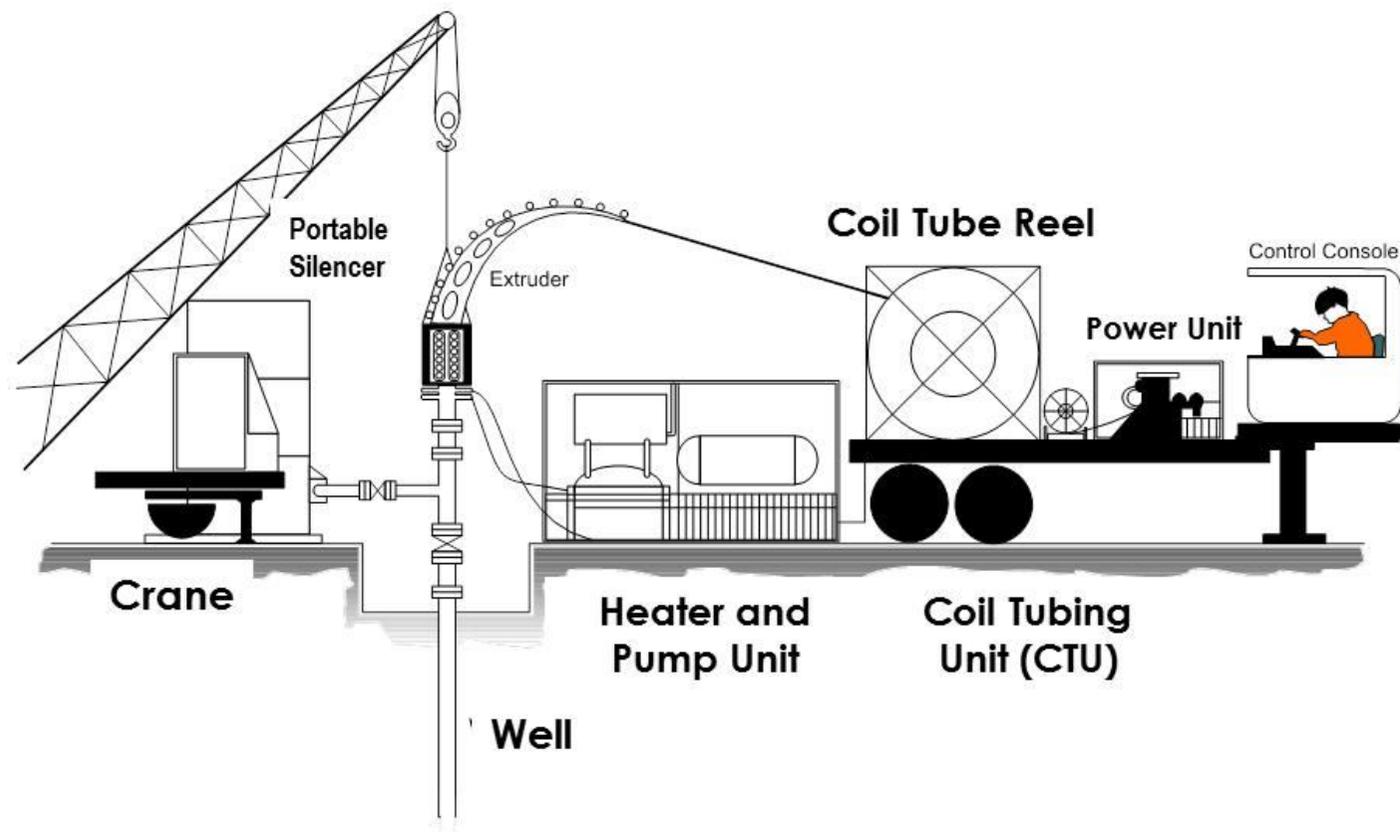
# MENGAPA DIPILIH GAS NITROGEN?

Menurut Moeller et al. 1984 sebagaimana dikutip oleh Aqul (1996), Gas Nitrogen dipilih untuk digunakan karena:

- » Secara kimiawi stabil (chemically stable)
- » Tidak korosif
- » Memiliki kelarutan (solubility) rendah
- » Bersih dan tidak beracun

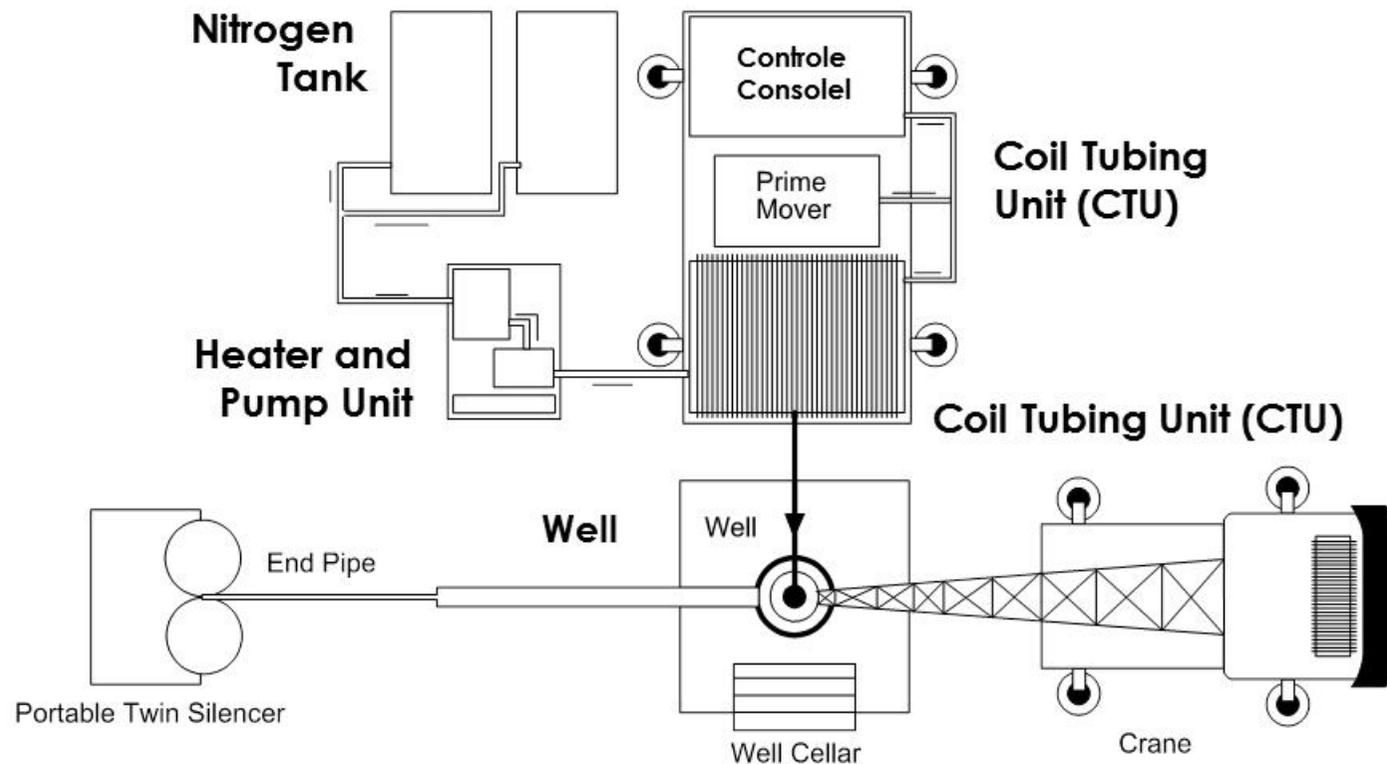
# NITROGEN GAS INJECTION EQUIPMENT

Ada dua komponen utama: (1) Coil Tubing Unit (CTU) dan (2) Nitrogen gas heater and pumping



Digambar ulang berdasarkan gambar dari Aqiu (1996)

- The heater and pumping unit is connected to the liquid nitrogen tank and to the CTU
- Liquid nitrogen is heated by a portable boiler to a temperatur of about 70°C before pumping into the well bore



***Digambar ulang berdasarkan gambar dari Aqiu (1996)***

## NITROGEN GAS INJECTION PROGRAMME

- » Ketinggian muka air (water level) & kedalaman zona permeabel.
  - *The setting depth of the coil tubing is usually determined by the location of the major permeable zone.*
- » P & T di zona permeabel utama
  - Injeksi umumnya dilakukan di zona permeabel utama (*major feed zone*) dimana temperatur umumnya maksimum.
  - Tapi permeabel zone kadang-kadang tersumbat oleh lumpur yang menghambat terjadinya flashing → Coil tubing harus digerakan naik-turun.

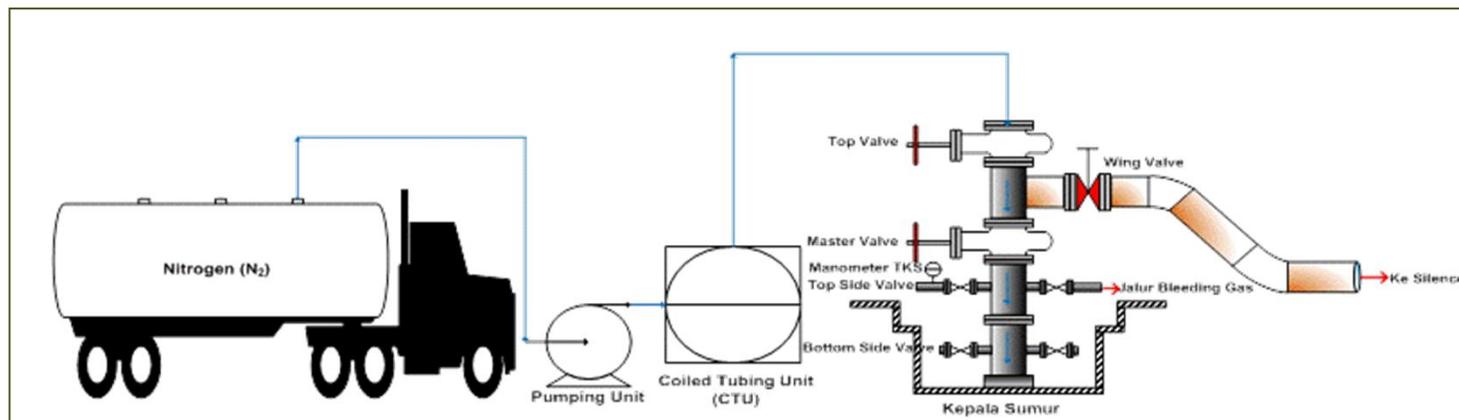


## PELAKSANAAN INJEKSI NITROGEN

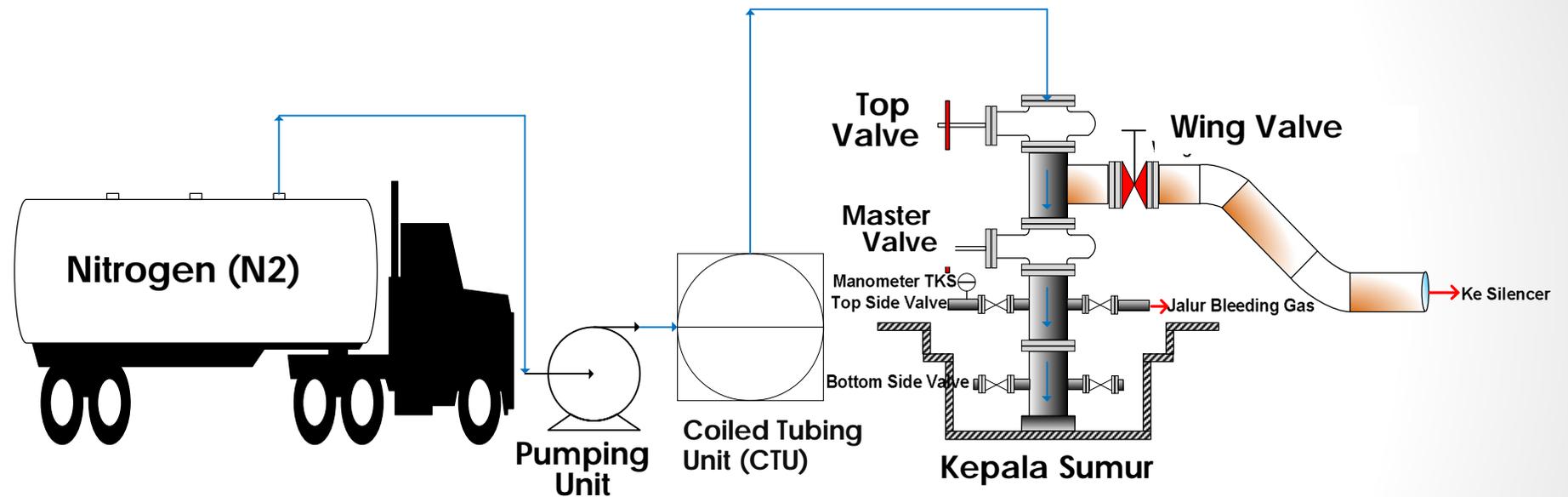
- Injeksi dimulai saat coil tubing mencapai water level.
- Injeksi dilakukan secara kontinu hingga di silencer terlihat ada aliran fluida secara kontinu.

Lesson learned  
dari Pertamina Geothermal Energy  
Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

# STIMULASI SUMUR DENGAN INJEKSI NITROGEN



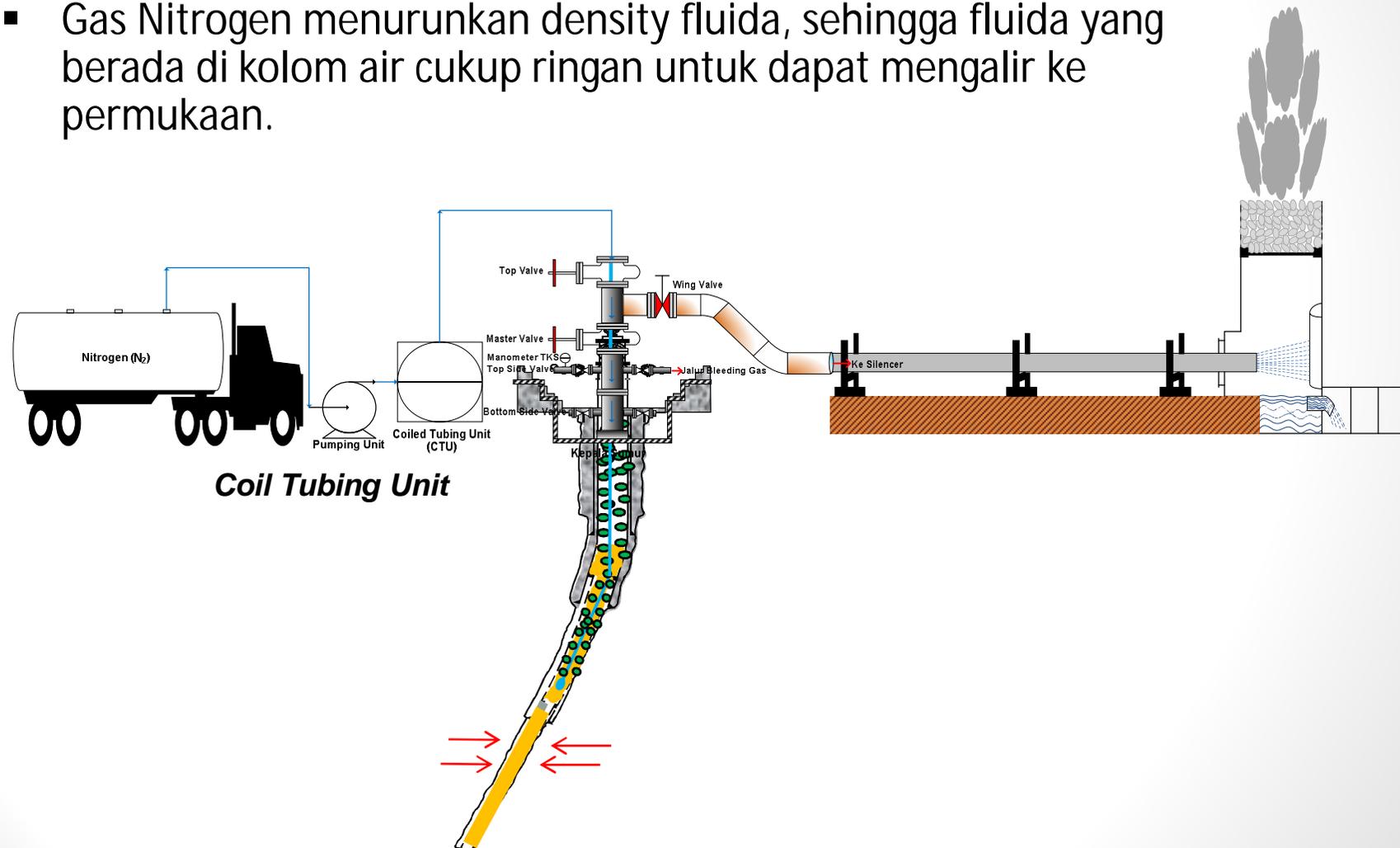
# FASILTAS STIMULASI NITROGEN INJECTION (CTU)



Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

Prinsip kerja dari metode ini yaitu :

- Gas Nitrogen diinjeksikan kedalam sumur melalui coil tubing sampai kedalaman tertentu (melewati water level)
- Gas Nitrogen menurunkan density fluida, sehingga fluida yang berada di kolom air cukup ringan untuk dapat mengalir ke permukaan.



- ❑ Gas nitrogen dipilih karena (Moeller. Et al, 1984):
  - Gas yang stabil
  - Non-corrosive
  - Low solubility
  - Non-toxic
  
- ❑ Peralatan utama yang digunakan untuk injeksi N<sub>2</sub> yaitu (Aqui A., 1996):
  - CTU (coil tubing unit)
  - Nitrogen gas heater
  - Pumping unit
  
- ❑ Di PGE, metode ini pernah diaplikasikan di Area Sibayak, yaitu :

No.	Sumur	Tahun	Catatan
1	SBY-1	1993	Discharge
2	SBY-2	1993	Tidak Discharge (coil tubing tertinggal di lubang sumur)
3	SBY-3	1993/1994?	Discharge
4	SBY-4	1994	Discharge
5	SBY-5	1995	Discharge

Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

# FAKTA SEPUTAR NITROGEN INJECTION/CTU

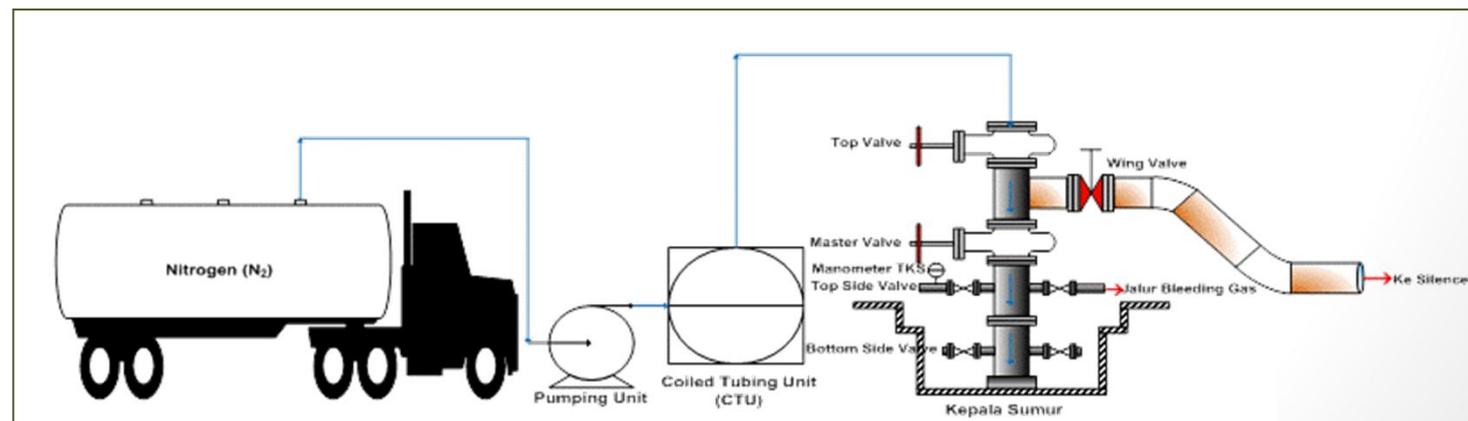
Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

- ❑ Nitrogen injection merupakan metode yang membutuhkan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu, metode ini biasanya dipilih ketika metode stimulasi yang lainnya tidak berhasil untuk dapat menghidupkan sumur.
  
- ❑ Dari pengalaman yang ada (Aqui A., 1996) , kebutuhan volume injeksi nitrogen yaitu sebagai berikut :
  - 400-1000 gals → good wells
  - 1000-2000 gals → average wells
  - 3600-4000 gals → very poor wells.

Pada pelaksanaannya disediakan dua tangki nitrogen dengan kapasitas sebesar 2000 gals/tank

## FAKTA SEPUTAR NITROGEN INJECTION/CTU

- ❑ Gas nitrogen dapat saja digantikan dengan udara, sebagai informasi konsentrasi nitrogen di dalam udara sebesar 21% w/w.
- ❑ Untuk mengurangi biaya, maka akan sangat efektif jika stimulasi injeksi nitrogen dilakukan lebih dari satu sumur dalam satu cluster.



Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

## Lesson learned from the Philippine Geothermal Wells

B. C. Buiing, L. D. Gonzaga, A. R. Aqui, J. R. hd.  
Salera, and Z. F. Sarmiento (1998):

### **DISCHARGE INITIATION BY GAS LIFTING: PNOC-EDC EXPERIENCE IN PHILIPPINE GEOTHERMAL WELLS**

PROCEEDINGS, Twenty-Third Workshop on  
Geothermal Reservoir Engineering Stanford University,  
Stanford, California, January 26-28, 1998 SGP-TR-158

*B. C. Buiiing, L. D. Gonzaga, A. R. Aqui, J. R. hd. Salera, and Z. F. Sariniento (1998):  
Discharge Initiation by Gas Lifting: PNOC-EDC Experience In Philippine Geothermal Wells,  
PROCEEDINGS, Twenty-Third Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford  
University, Stanford, California, January 26-28, 1998 SGP-TR-158*

- ❖ PNOC-EDC pioneered the use of gas lifting to initiate geothermal well discharges in the Philippines in 1992.
- ❖ Liquid nitrogen is gassified and pumped into the wellbore through a coiled tubing.
- ❖ The "lift" is achieved through the creation of a pressure drop between the reservoir and the wellbore at the injection point.

*B. C. Buiing, L. D. Gonzaga, A. R. Aqui, J. R. Salera, and Z. F. Sariniento (1998): Discharge Initiation by Gas Lifting: PNOC-EDC Experience In Philippine Geothermal Wells, PROCEEDINGS, Twenty-Third Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, January 26-28, 1998 SGP-TR-158*

- ❖ By October 1997, a total of 28 wells have been successfully discharged by gas lifting.
- ❖ This involved a total of 38 attempts, with 11 failures mostly caused by equipment breakdown during injection.
- ❖ The paper discusses considerations taken by PNOC-EDC in planning for and conducting a successful gas lifting operation.

1

Stimulasi sumur dengan memberikan tekanan pada sumur (Pressurizing the well)

2

Stimulasi sumur dengan pengangkatan fluida oleh gas (Gas lift)

3

Stimulasi sumur dengan injeksi uap atau fluida dua fasa

*Grant M. and Bixley, P.F.(2011),, Geothermal Reservoir Engineering 2nd edition, Elsevier- Academic Press, 359 pp*

- ❖ If there is an extensive cold section at the top of the wellbore (>500 meters), the discharge initiated by pressurization (either natural or artificial) may not be sustained because too much heat is lost from the boiling fluid inside the wellbore to the cold surrounding formations, or the water level may be too deep to pressurize or gaslift.
- ❖ In these cases discharge may be best initiated by injecting hot fluid (Brodie et al., 1981; Siega et al., 2005)

# SUMBER UAP ATAU FLUIDA DUA FASA

*Grant M. and Bixley, P.F.(2011),, Geothermal Reservoir Engineering 2nd edition, Elsevier- Academic Press, 359 pp*

- ❖ The heating fluid may be steam or two-phase fluid from a steam generator or from other wells.
- ❖ In developed fields the steam or two-phase production pipelines are commonly used to “backfeed” wells prior to starting discharge.
- ❖ In either case the effect is the same. The casing is heated, and hot fluid is added to the well. In addition, the well is pressurized to the pressure of the boiler or two-phase supply.

*Grant M. and Bixley, P.F.(2011),, Geothermal Reservoir Engineering 2nd edition, Elsevier- Academic Press, 359 pp*

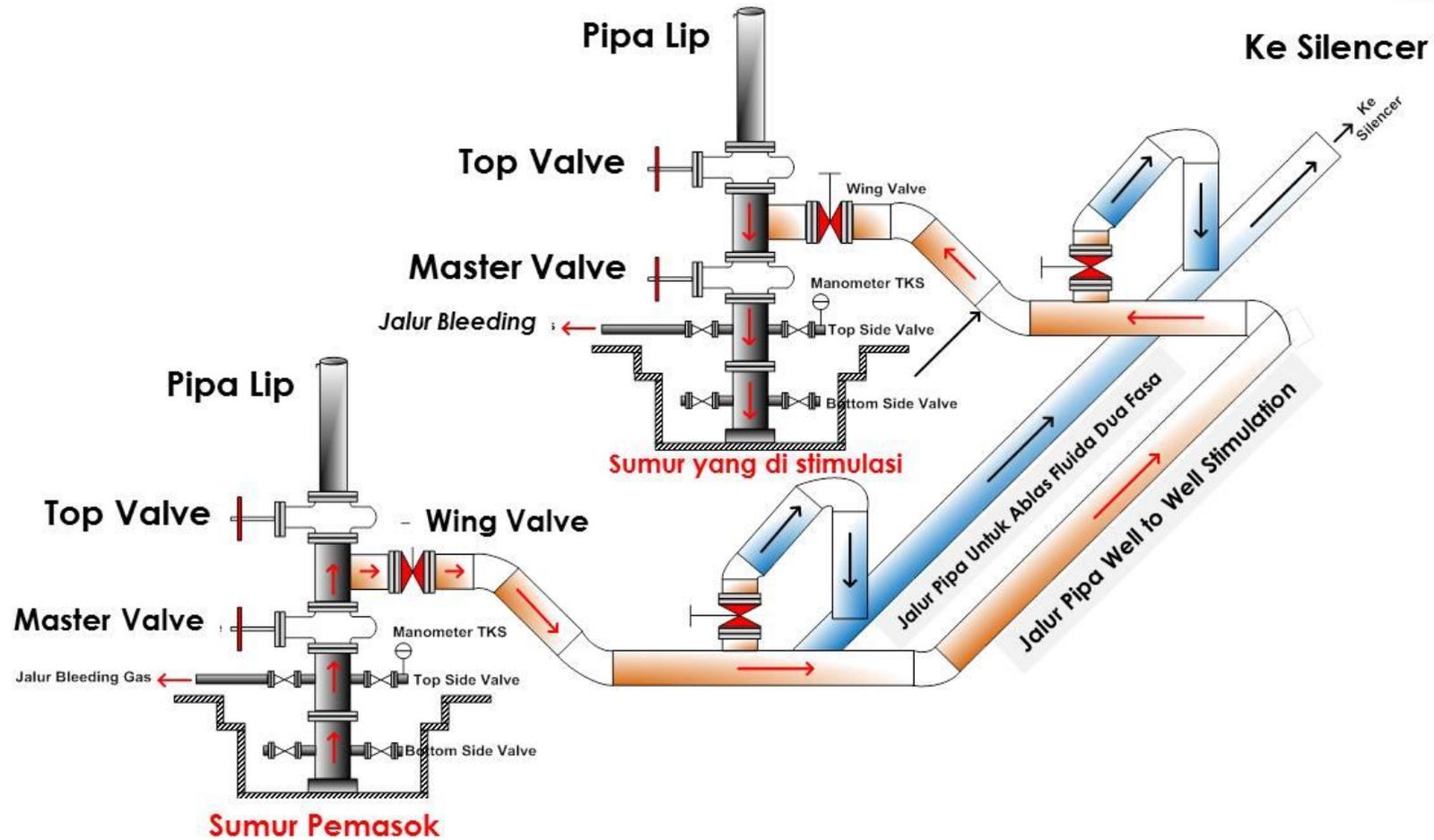
- ❖ When injection is stopped and the flow control valves are opened, suddenly reducing the wellhead pressure (WHP), the heated water in the wellbore will boil, and, if successful, fluid is ejected at the well-head, more hot fluid is drawn in at the deep feed zones, and sustained flow is initiated.
- ❖ This method has the great advantage that the casing can be heated in a controlled way, avoiding severe thermal shocks associated with sudden discharge using high-pressure gas..

Lesson learned  
dari Pertamina Geothermal Energy  
Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

# WELL TO WELL STIMULATION (Injeksi Uap atau Fluida Dua Fasa)



# FASILITAS STIMULASI SUMUR DENGAN INJEKSI FLUIDA PANAS DARI SUMUR KE SUMUR

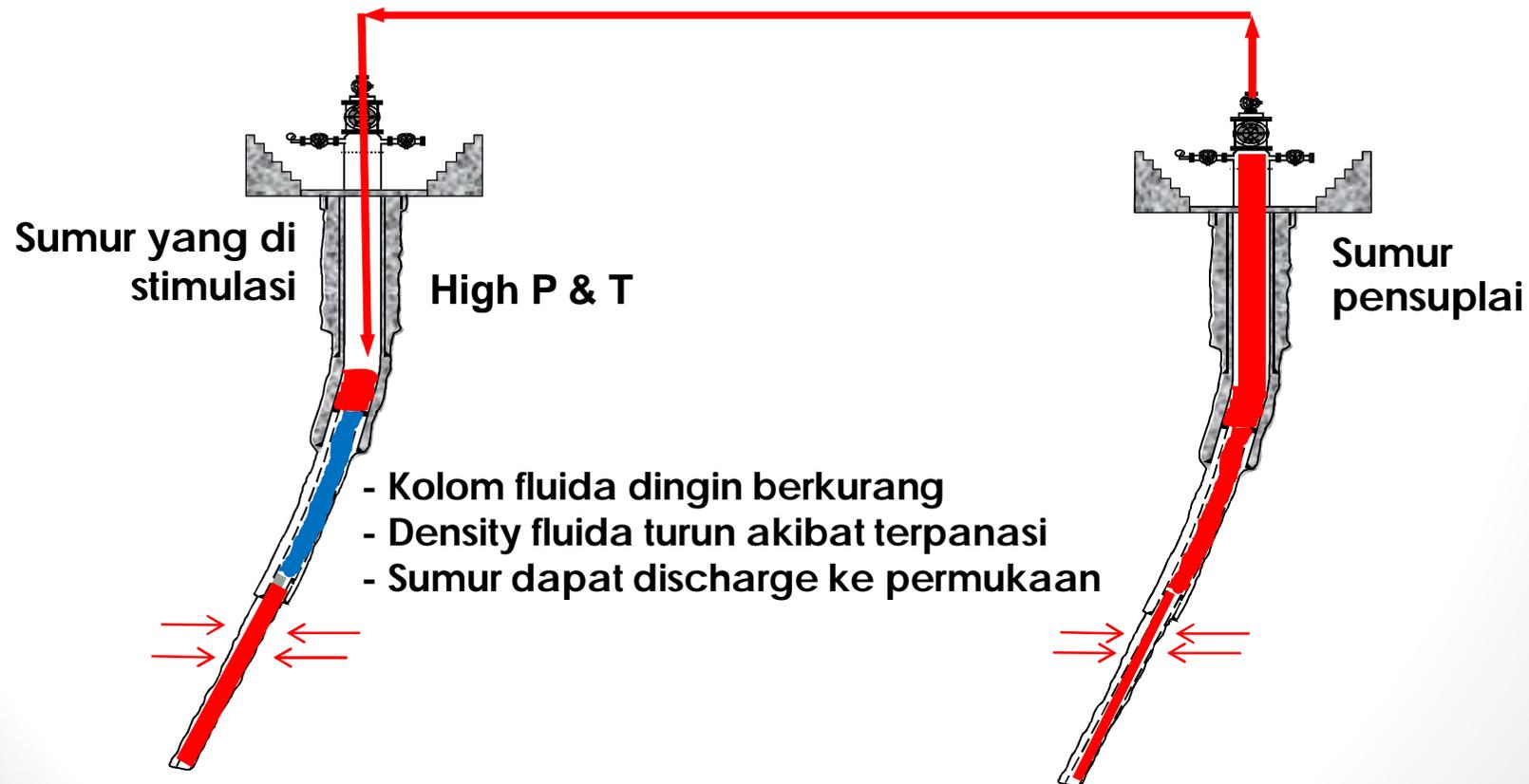


Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

# Well to Well Stimulation

Prinsip kerja dari metode ini yaitu :

- Memanfaatkan sumber panas dan tekanan dari sumur pensuplai.
- Terjadi mixing antara fluida dingin di water column (sumur yang diinjeksi) dengan fluida panas dari sumur pensuplai. Selain itu, selubung casing juga terpanasi oleh fluida dari sumur pensuplai.
- Kontribusi driving force dari metode ini yaitu : **TEKANAN & PANAS**



Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

- ❑ Metode ini sudah diaplikasikan sejak lama di area dua fasa PGE dan merupakan metode andalan untuk menghidupkan sumur sepanjang ada sumur yang dapat dijadikan sumur pensuplai di dalam satu cluster.
  - Sibayak
  - Lahendong
  - Ulubelu
  
- ❑ Probabilitas keberhasilan stimulasi sumur dengan metode ini cukup besar, hampir semua sumur yang distimulasi menggunakan metode ini dapat discharge (sepanjang sumurnya produktif).



Sumber: Mohamad Husni Mubarok (2014)

# FAKTA SEPUTAR WELL TO WELL STIMULATION

- ❑ Well to well stimulation merupakan metode yang relatif lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan metode lainnya.
- ❑ Metode ini dapat dilakukan, sepanjang sumur pensuplai berada dalam satu cluster dengan sumur yang akan di stimulasi.
- ❑ Stimulasi akan efektif jika melalui pipa utama yang terhubung ke master valve (contoh : 10", 12", 14", etc.).
- ❑ Sumur distimulasi sampai perbedaan tekanan antara sumur yang disuplai dengan pensuplai 1-1.5 bar.

# FAKTA SEPUTAR WELL TO WELL STIMULATION

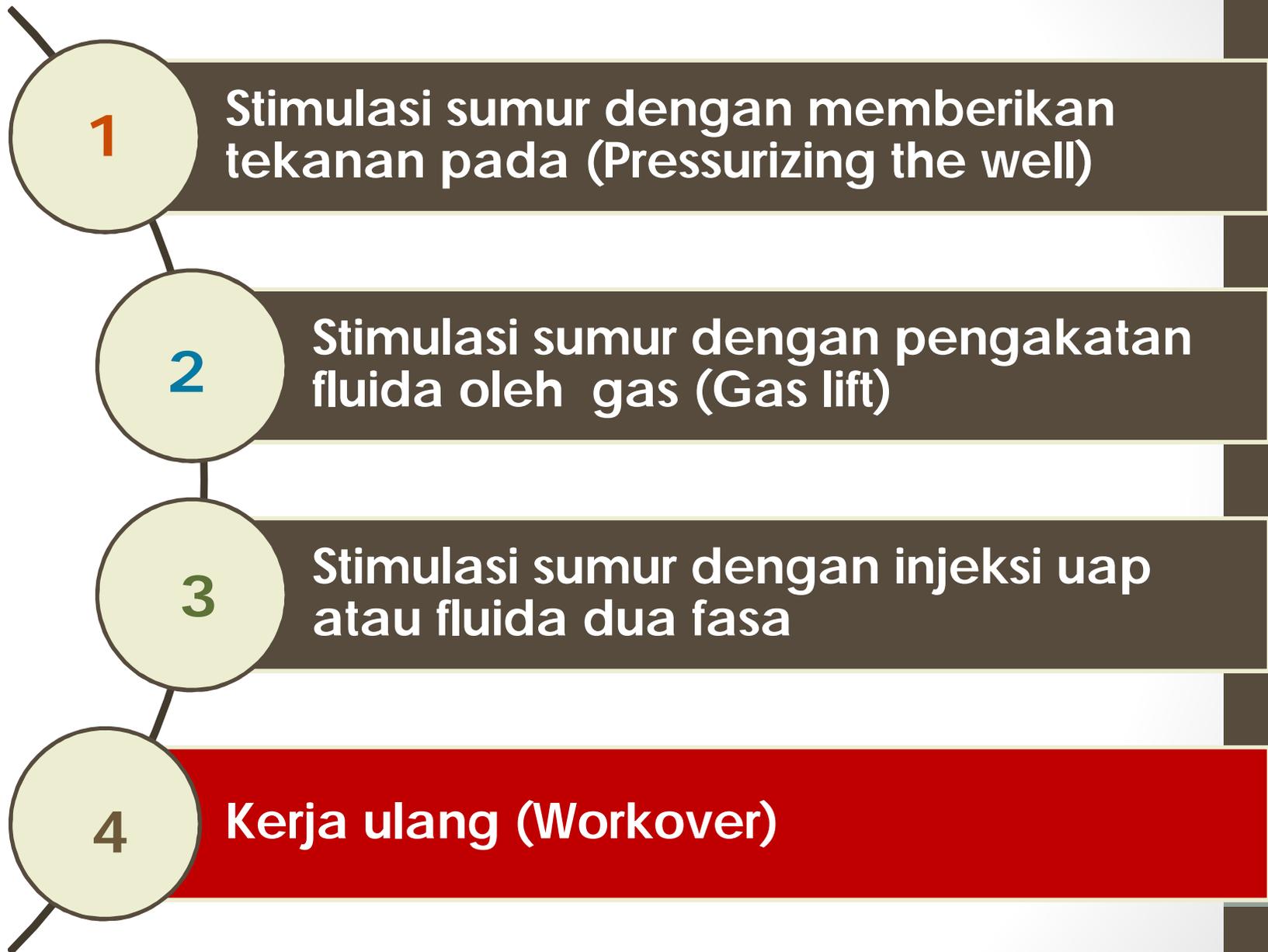
Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

- ❑ Berdasarkan pengalaman yang ada, jika sumur baru pertama kali di stimulasi well to well, pada kondisi stabil (beda tekanan 1-1.5 bar) ditahan 1x24 jam kemudian dicoba buka sumur. Jika sumur belum discharge, dilakukan stimulasi kembali namun hanya membutuhkan waktu  $\pm 3-5$  jam.
- ❑ Ketika dilakukan stimulasi, side valve pada sumur yang disuplai dibiarkan dalam kondisi open ke arah silencer/AFT melalui bleed line.

# FAKTA SEPUTAR WELL TO WELL STIMULATION

Sumber: Mohamad Husni Mubarak (2014)

- ❑ Fluida yang dimasukkan ke dalam sumur dapat berupa fluida dua fasa dan atau hot brine (separated water).
- ❑ Pada sumur dua fasa yang non-artesian, akan ditemukan kondisi MDP (maximum discharge pressure) yaitu kondisi dimana sumur tidak dapat mengalir lagi pada WHP maksimum.
- ❑ Pada sumur pensuplai yang memiliki MDP, harap BERHATI-HATI pada saat stimulasi, JANGAN sampai sumur pensuplai mati karena sudah melewati MDP-nya.



# Workover (Kerja Ulang)

- » Beberapa sumur tidak berhasil di stimulasi untuk berproduksi, meskipun fluida dalam sumur panas dan permeabilitas di sekitar sumur cukup baik.
- » Kemungkinan di bawahnya ada *cool feedzones*. Agar sumur dapat berproduksi, rekahan dingin harus di pasang casing. Dalam hal ini perlu dilakukan workover (Kerja Ulang).
- » Dalam hal adanya *cool feedzones* ini dapat diprediksi, dalam perencanaan pemboran sumur lain di lapangan tersebut, hal ini harus diperhitungkan dalam penyusunan program casing.



**Geothermal Graduate Program  
Institut Teknologi Bandung (ITB)  
Jl. Ganesa 10 Bandung, 40132 - Indonesia**

**Nenny Saptadji, [neny.saptadji@geothermal.itb.ac.id](mailto:neny.saptadji@geothermal.itb.ac.id)  
Nurita Putri Hardiani, [nurita\\_putri@geothermal.itb.ac.id](mailto:nurita_putri@geothermal.itb.ac.id)  
Heru Berian Pratama, [hb.pratama@gmail.com](mailto:hb.pratama@gmail.com)**

**Terimakasih**