

**SEMINAR NASIONAL
TEKNIK KIMIA “KEJUANGAN”
2017**

***Pengembangan Teknologi Kimia
untuk Pengolahan Sumber Daya
Alam Indonesia***

13 April 2017

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UPN “VETERAN” YOGYAKARTA**



PROSIDING





Reviewer

Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” 2017
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN “Veteran” Yogyakarta

1. Prof. Ir. H. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D (UGM Yogyakarta)
2. Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D (UGM Yogyakarta)
3. Dr. Yulius Deddy Hermawan, S.T., M.T. (UPN “Veteran” Yogyakarta)
4. Dr. Ir. IGS Budiaman, M.T. (UPN “Veteran” Yogyakarta)





Daftar Isi

	Hal.
Kata Pengantar	ii
Sambutan Ketua Pelaksana	iii
Sambutan Dekan	iv
Sambutan Rektor	v
<i>Reviewer</i>	vi
Susunan Panitia	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Makalah	x
Makalah Pembicara Utama	MU-1
Makalah Bidang Kajian :	
A. Teknologi Pengolahan Sumber Daya Laut, Mineral, dan lain-lain	A01-1
B. Teknologi Proses dan Pengendaliannya	B01-1
C. Perpindahan Massa dan Panas	C01-1
D. Termodinamika	D01-1
E. Kinetika Reaksi dan Katalis	E01-1
F. Bioteknologi	F01-1
G. Teknologi Pemisahan	G01-1
H. Teknologi Pengelolaan Limbah	H01-1
I. Energi Baru dan Terbarukan	I01-1
J. Analisa Resiko	J01-1
K. Teknik Produk	K01-1
Indeks Penulis Makalah	
Indeks Kata Kunci	





- B09** Pengaruh Sudut Masuk Impeller Terhadap Pola Alir Dalam Reaktor Biogas dengan Side Entering Mixer
Mochammad Murtadho¹, Yukh Ihsana¹, Ni'am Nisbatul Fathonah¹, Sugeng Winardi^{1}, Tantular Nurtono¹ dan Kusdianto¹*
¹Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Keputih, Surabaya Indonesia 60111
swinardi@chem-eng.its.ac.id
- B11** Hydrothermal Synthesize of $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ and Sn Composite as Anode Material for Lithium Ion battery
Widhiatmaka^{1,2)} and Guntur Tri Setiadanu^{1,2)}
¹Department of Metallurgy and Material, University of Indonesia
²Research and Development Center for Electricity, New and Renewable Energy and Energy Conservation, Ministry of Energy and Resources
widhiatmaka@esdm.go.id; widhi_wise@yahoo.com

C. Perpindahan Massa dan Panas

Kode Judul, Penulis dan Alamat

- C01** Perbandingan Granular Starch Hydrolyzing Enzyme dengan Glukoamilase Pada Proses Sakarifikasi Konvensional Pati Casava untuk Memproduksi Etanol
Hargono, Andri Cahyo Kumoro, Bakti Jos
Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto SH, Tembalang, Semarang
hargono_tkundip@yahoo.co.id
- C02** Ekstraksi Hidrotermal Senyawa Paradol dari Jahe
Priyono Kusumo¹⁾, Mohammad Endy Yulianto²⁾, Indah Hartati³⁾, Andi Nur Alamsyah⁴⁾
¹Pragram Studi Teknik Kimia UNTAG Jl. Pawiyatan Luhur Bendan Dhuwur Semarang 50233
²⁾ Program Studi Teknik Kimia D3 UNDIP Jl. Prof Sudarto SH, Pedalangan Tembalang, Semarang 50239
³⁾ Program Studi Teknik Kimia UNWAHAS, Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan Semarang 50236
⁴⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan DEPTAN, Jl. Tentara Pelajar No 1 Bogor 16111
priyo330@yahoo.com
- C03** Aplikasi Metode Perhitungan Hydraulic Flow Unit (HFU) dalam Penentuan Persebaran Permeabilitas pada Model Reservoir Statis
Joko Pamungkas¹, Bambang Bintarto², dan Farah S Normaysti³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Perminyakan UPN "Veteran"
Jl. SWK 104 (Ringroad utara) Condong catur, Yogyakarta
joko.pamungkas@upnyk.ac.id
- C04** Kecepatan Pelepasan Parasetamol dari Crosslinked Carrageenan-PVA Film: Pengaruh Rasio Carrageenan-PVA dan Waktu Pengisian (Loading)
*Sri Sutriyani, Rieke Ulfha Noviyanti, dan Sperisa Distantina**
Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta, Indonesia
risutriyani7@gmail.com ; distantina@gmail.com
- C05** Adsorpsi Zat Warna Direct Black 38 Menggunakan Kitosan Hidrogel
Zainal Arifin^{1}, Muh. Kasim² dan Yoga Irawan³*
Jurusan teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda (POLNES)
Jalan Dr. Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan Samarinda Kalimantan Timur 75131
zainalarifin@polnes.ac.id





Aplikasi Metode Perhitungan *Hydraulic Flow Unit* (HFU) dalam Penentuan Persebaran Permeabilitas pada Model Reservoir Statis

JokoPamungkas¹, BambangBintarto², dan Farah S Normaysti³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Perminyakan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. SWK 104, Condong Catur

E-mail: joko.pamungkas@upnyk.ac.id¹, bb_bintarto@yahoo.com², farahnormaysti@yahoo.com³

Abstract

Permeability in petrophysical analysis is one of the physical properties of rocks that determination productivity, reservoir in place, and fluid distribution in the reservoir. In this study, calculation for permeability distribution using the equation of crossplot between porosity and permeability from routine core didn't representative for S Field. Hydraulic Flow Unit (HFU) method used to gave more representative distribution of permeability in static model. The method of calculated HFU on the S Field is divided into several methods such as : calculated HFU of routine core data (HFU Core), calculated HFU of routine core data and added with permeability and porosity from well test (HFU Core + Perm. Well test), calculated HFU of routine core data and combined with oil rate from well test (HFU Core + Qo test), and calculated HFU of routine core data and combined with cumulative oil production from each well (HFU Core + Np). Permeability distribution from HFU Method gave higher values of permeability for S Field than from single transformation (crossplot). The effect of calculated permeability distribution in static reservoir model with HFU method can be seen from oil in place. HFU Core + Np have better permeability distribution than other calculations. It can be seen from a comparison of oil in place (reserves of oil in the reservoir) between the calculation HFU Core + Np with single transformation (crossplot). Oil in place in the static model from the calculation with HFU Core + Np is 58.57 MMSTB while the oil in place with crossplot permeability and porosity of routine core data is 46.88 MMSTB.

Keywords: Hydraulic Flow Unit, Permeabilitas, Model Reservoir Statis

Pendahuluan

Permeabilitas merupakan salah satu parameter sifat fisik batuan yang berperan dalam penentuan produktifitas dan distribusi di dalam suatu reservoir. Keakuratan dalam distribusi permeabilitas pada reservoir merupakan salah satu elemen yang penting untuk meningkatkan cadangan hidrokarbon yang dapat diambil. Dengan menggunakan korelasi antara harga permeabilitas dan porositas dari data analisa core rutin pada beberapa kedalaman tertentu dapat dibuat prediksi permeabilitas yang lebih representatif pada kedalaman tertentu di suatu reservoir.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk distribusi permeabilitas adalah metode *Hydraulic Flow Unit* (HFU). *Hydraulic Flow Unit* (HFU) dapat didefinisikan sebagai volume yang mewakili volume total batuan reservoir yang termasuk sifat-sifat geologi, dimana sifat ini dapat mengontrol aliran fluida secara internal dan dapat diperkirakan dengan sifat fisik batuan lainnya.

Studi ini dilakukan pada suatu lapangan yang memiliki sampel routine core batu pasir dari 8 sumur (S-2, S-5, S-9, S-10, S-12, S-14, S-16, dan S-21). Kemudian data permeabilitas dan porositas dari core rutin dibuat *crossplot* antara porositas dan permeabilitas yang menghasilkan satu persamaan. Namun satu persamaan ini tidak dapat menggambarkan hubungan yang baik antara nilai porositas dan permeabilitas dari tiap-tiap data rutin core. Untuk itulah dilakukan metode HFU yang diharapkan dapat menggambarkan hubungan permeabilitas dan porositas yang baik sehingga persebaran permeabilitas pada model simulasi 3D memperoleh hasil yang baik.

Pembagian metode perhitungan HFU ini diharapkan dapat menghasilkan distribusi permeabilitas pada model reservoir statis yang representatif untuk Lapangan S.

Metode Penelitian

Langkah –langkah menghitung *Hydraulic Flow Unit* (HFU) adalah sebagai berikut :

1. Persiapan data core rutin.
2. Menghitung harga RQI (*Reservoir Quality Index*) dengan persamaan :



$$RQI = \sqrt{\frac{k}{\phi}} \quad (1)$$

3. Menghitung harga PMR (*Pore Matrix Ratio*) dengan persamaan:

$$\phi_z = \frac{\phi}{1 - \phi} \quad (2)$$

4. Menghitung harga FZI (*Flow Zone Indicator*) dengan persamaan :

$$FZI = \frac{RQI}{\phi_z} \quad (3)$$

5. Membagi dan mengelompokkan metode perhitungan HFU berdasarkan :

- Porositas dan permeabilitas dari data core rutin (HFU Core),
- Porositas dan permeabilitas dari data core rutin ditambahkan dengan harga porositas dan permeabilitas dari hasil *well test* (HFU Core + Perm. *Well Test*),
- Porositas dan permeabilitas dari data core rutin dikombinasikan dengan laju alir minyak hasil *well test* (HFU Core + Qo Test), dan
- Porositas dan permeabilitas dari data core rutin dibandingkan dengan kumulatif produksi minyak (sumuran) (HFU Core + Np).

6. Memplotkan nilai k dan ϕ dari tiap-tiap pembagian HFU, sesuai dengan dasar pembagiannya.

Penjelasan (point 5)

5(a) Pembagian nilai HFU berdasarkan harga porositas dan permeabilitas rutin core :

- Membuat tabulasi data core rutin.
- Menghitung nilai RQI, ϕ_z , dan FZI.
- Mengurutkan harga FZI dari yang terbesar sampai yang terkecil.
- Menentukan kelompok HFU berdasarkan harga FZI.

5(b) Pembagian nilai HFU berdasarkan nilai porositas dan permeabilitas rutin core ditambah dengan nilai permeabilitas dari hasil *well test* :

- Membuat tabulasi data core rutin dan menambah harga permeabilitas dan porositas yang diperoleh dari *well test*.
- Menghitung nilai RQI, ϕ_z , dan FZ.
- Mengurutkan harga FZI dari yang terbesar sampai yang terkecil.
- Menentukan kelompok HFU berdasarkan harga FZI.

5(c) Pembagian nilai HFU berdasarkan nilai porositas dan permeabilitas core rutin dan disesuaikan dengan sumur-sumur yang memiliki laju alir minyak dari hasil *well test*.

- Membuat tabulasi data core rutin.
- Menghitung nilai RQI, ϕ_z , dan FZI.
- Mengurutkan harga FZI dari yang terbesar sampai yang terkecil.
- Menentukan kelompok HFU berdasarkan harga FZI dengan memperhatikan besarnya laju alir minyak hasil *well test* setiap sumur.

5(d) Pembagian nilai HFU berdasarkan nilai porositas dan permeabilitas core rutin dikombinasikan dengan kumulatif produksi minyak (Np) :

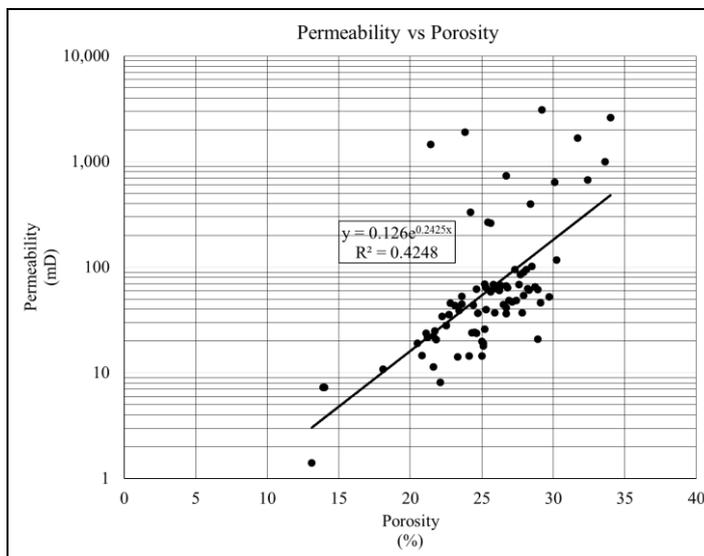
- Membuat tabulasi data core rutin.
- Menghitung nilai RQI, ϕ_z , dan FZI
- Mengurutkan harga FZI dari yang terbesar sampai yang terkecil.
- Menentukan kelompok HFU berdasarkan harga FZI dengan memperhatikan kumulatif produksi minyak (Np) setiap sumurnya.

Hasil dan Pembahasan

Pada studi ini persamaan *single transformation* dari *crossplot* antara porositas core dengan permeabilitas data core rutin, tidak dapat mewakili/menggambarkan hubungan yang baik antara nilai porositas dan permeabilitas dari hasil tiap-tiap sampel core yang ada, seperti pada **Gambar 1**. Sehingga digunakanlah metode pendekatan *Hydraulic Flow Unit* (HFU) untuk mencari hubungan antara nilai porositas dan permeabilitas dari hasil tiap-tiap sampel core rutin yang ada. Penghitungan dilakukan pada studi ini dilakukan pada suatu lapangan yang memiliki sampel core rutin

dari 8 sumur (S-2, S-5, S-9, S-10, S-12, S-14, S-16, dan S-21). Contoh hasil perhitungan RQI, ϕz , dan FZI dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Proses awal dilakukan dengan menghitung harga RQI, ϕz , dan FZI. Setelah itu mengurutkan harga FZI dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Harga FZI yang besar menunjukkan kemampuan alir suatu reservoir yang baik. Untuk pembagian HFU pada perhitungan HFU Core dapat dilihat pada **Gambar 2 (a)**.



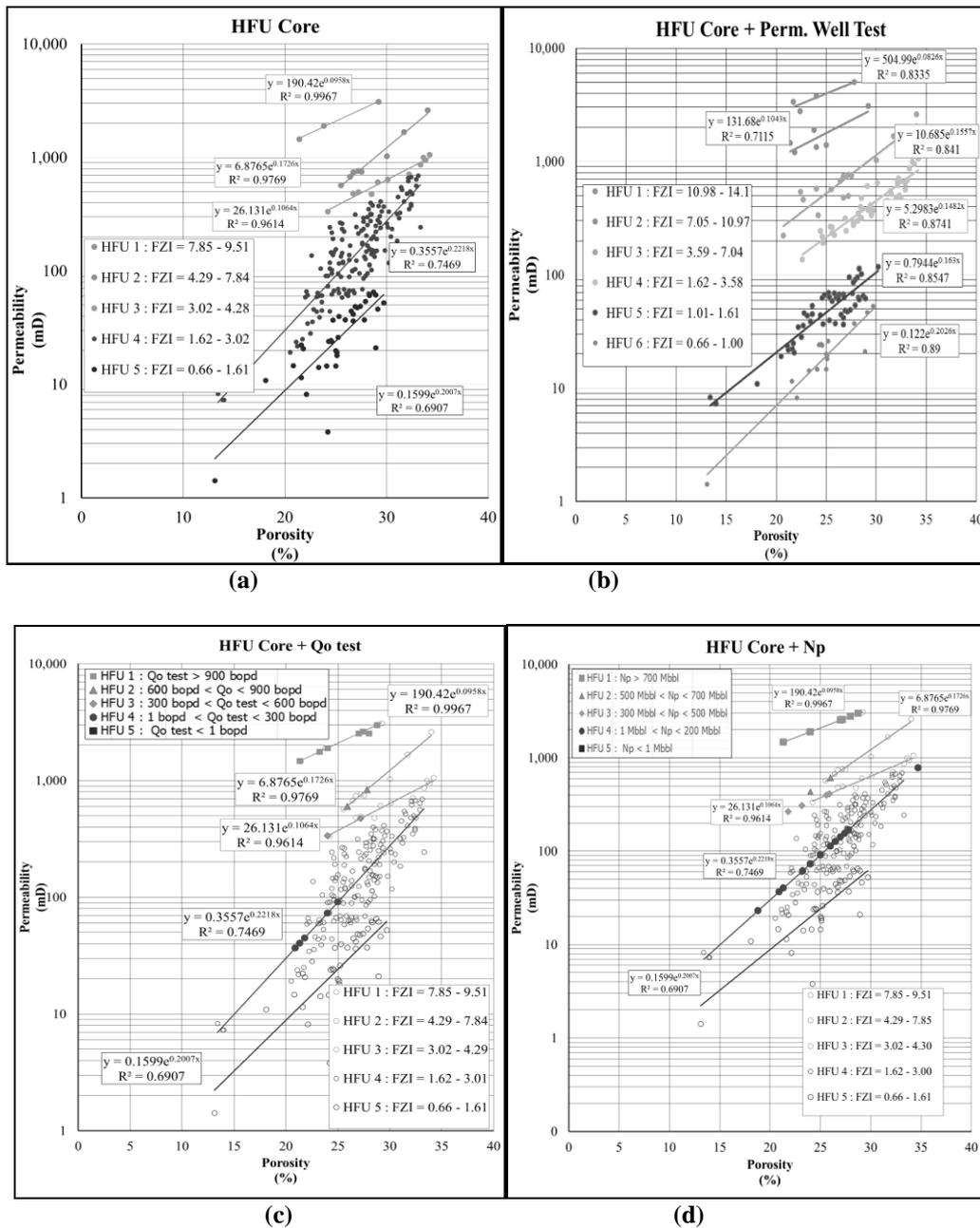
Gambar 1. Single Transformation (Crossplot Permeabilitas dan Porositas)

Tabel 1. Contoh Hasil Perhitungan Menggunakan Metode HFU

Sample ID	Depth feet	Permeability md	Porosity %	ϕz	RQI	FZI	HFU
2	6100	1455	21.4	0.2723	2.5891	9.51	1
1	6110	1910	23.8	0.3123	2.8129	9.01	1
4	5968	3102	29.2	0.4124	3.2364	7.85	1
34	2563	2613	34	0.5152	2.7527	5.34	2
7	5900	1676	31.7	0.4641	2.2832	4.92	2
29	5730	741	26.7	0.3643	1.6542	4.54	2
26	5795	335	24.2	0.3193	1.1683	3.66	3
30	2802	999	33.6	0.5060	1.7122	3.38	3
6	5928	645	30.1	0.4306	1.4535	3.38	3
30	5726	267	25.4	0.3405	1.0180	2.99	4
33	5325	674	32.4	0.4793	1.4321	2.99	4
22	5456	400	28.4	0.3966	1.1784	2.97	4
14	6459	263	25.6	0.3441	1.0064	2.92	4
19	5806	95.2	27.3	0.3755	0.5864	1.56	5
20	5804	69.4	25.2	0.3369	0.5211	1.55	5

Untuk perhitungan HFU Core + Perm. Well Test, data core rutin digabungkan dengan data porositas dan permeabilitas hasil well test. Kemudian caranya sama dengan pembagian berdasarkan perhitungan HFU Core. Pembagian HFU Core + Perm. Well Test dapat dilihat pada **Gambar 2 (b)**.

Berbeda dengan sebelumnya, untuk perhitungan HFU Core + Qo Test terlebih sumur-sumur yang memiliki Qo Test diurutkan besar Qo testnya, kemudian menentukan range Qo test. Sumur-sumur dengan Qo test yang besar dikelompokkan ke dalam HFU Core yang memiliki harga FZI-nya besar, sebaliknya sumur-sumur dengan Qo test yang kecil dikelompokkan ke dalam HFU Core yang harga FZI-nya kecil. Pembagian Begitu pula dengan perhitungan HFU Core + Np, sumur-sumur diurutkan dari yang memiliki kumulatif produksi minyak paling besar. Setelah itu dikelompokkan ke dalam HFU Core. Sumur-sumur dengan Np yang besar dikelompokkan ke dalam HFU Core yang memiliki harga FZI besar, sebaliknya sumur-sumur dengan Np yang kecil dikelompokkan ke dalam HFU Core yang memiliki harga FZI kecil. Pembagian HFU untuk keduanya dapat dilihat pada **Gambar 2 (c)** dan **Gambar 2 (d)**.



Gambar 2. Grafik Pembagian HFU pada Lapangan S (a) HFU Core (b) HFU Core + Perm. Well Test (c) HFU Core + Qo Test (d) HFU Core + Np

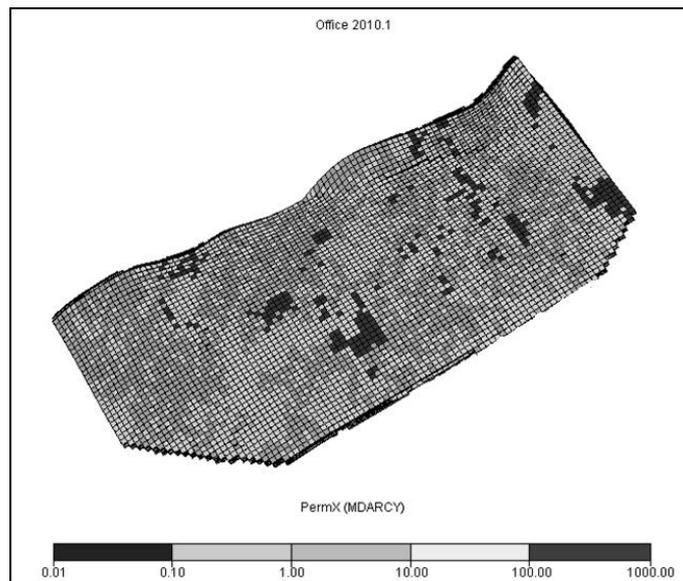
Dari beberapa hasil pengelompokan *Hydraulic Flow Unit* (HFU) yang dilakukan pada studi ini, diketahui pada tiap-tiap parameter yang dijadikan sebagai dasar pengelompokan *Hydraulic Flow Unit* (HFU) akan memberikan perbedaan nilai permeabilitas, namun dari pembagian tersebut yang paling merepresentasikan kondisi reservoir Lapangan S dan menghasilkan nilai permeabilitas yang paling besar adalah perhitungan HFU Core + Np (**Tabel 2**). Hal ini dikarenakan HFU adalah pengkarakteran suatu aliran fluida pada batuan, atau dapat diartikan bahwa semakin besar Np (kumulatif produksi minyak) per sumuran, maka menunjukkan pula seberapa baiknya/tingginya kemampuan aliran fluida suatu reservoir dan dimungkinkan nilai persebaran permeabilitas di sekitar sumur tersebut juga baik/besar. Perbedaan distribusi permeabilitas pada model reservoir statis antara *single transformation* (*crossplot* porositas dan permeabilitas) dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

Hasil permeabilitas dari metode perhitungan HFU Core + Np ini apabila didistribusikan ke dalam model reservoir statis menghasilkan nilai cadangan minyak (*oil in place*) yang lebih baik untuk Lapangan S yaitu sebesar

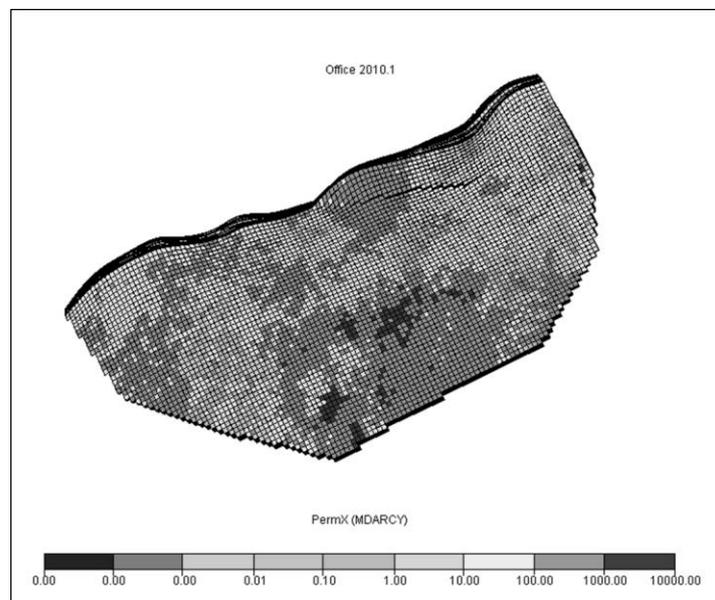
58.87 MMSTB sedangkan nilai cadangan minyak (*oil in place*) dari persamaan crossplot porositas dan permeabilitas sebesar 46.88 MMSTB (**Tabel 3**).

Tabel 2. Contoh Hasil Perhitungan untuk Setiap Metode HFU pada Beberapa Sumur Lapangan S

Well	Routine Core		Well Test		Np (Mbbbl)	Single Transformation (Crossplot)	HFU Core	HFU Core + Perm. Well Test	HFU Core + Qo test	HFU Core + Np
	Porositas (%)	Permeabilitas (mD)	Permeabilitas (mD)	Qo (bopd)						
S-1	28.30	61	542	569	1081.4	29.7	37.5	1176.9	629.47	1423.73
S-2	32.40	674	1210	1615	1431.8	81.2	91.0	523.9	2088.56	2088.56
S-5	29.30	267	1350	1465	111.3	23.1	364.3	448.4	612.19	860.72
S-9	25.04	149	578	1270	666.5	38.2	271.489	281.052	970.52	1306.33



Gambar 6. Distribusi Permeabilitas dengan Menggunakan *Single Transformation* (Crossplot) Lapangan S



Gambar 7. Distribusi Permeabilitas dengan Menggunakan HFU Core + Np Lapangan S

Tabel3. Hasil *Oil in Place* pada Model Reservoir Statis dengan Distribusi Permeabilitas Metode HFU Core + Np dengan Distribusi Permeabilitas dengan *Single Transformation*.

	HFU Core + Np	<i>Single Transformation</i>
SAND	STOIP (MMSTB)	STOIP (MMSTB)
A1	30.32	24.08
A2	16.60	12.83
A3	6.27	5.42
B1	5.38	4.55
Total	58.57	46.88

Kesimpulan

Persebaran permeabilitas dengan metode perhitungan HFU Core + Np pada model reservoir statis lebih representatif untuk reservoir Lapangan S dibandingkan dengan *single transformation*, karena menghasilkan harga permeabilitas yang paling besar dibandingkan perhitungan HFU yang lainnya. Selain itu, HFU merupakan pengkarakteran suatu aliran fluida pada batuan, sehingga dapat diartikan bahwa semakin besar Np (kumulatif produksi minyak) per sumuran, maka menunjukkan pula seberapa baiknya/tingginya kemampuan aliran fluida suatu reservoir dan dimungkinkan nilai persebaran permeabilitas di sekitar sumur tersebut juga baik/besar.

Persebaran permeabilitas pada model reservoir statis sangat berpengaruh dalam menghasilkan harga cadangan minyak (*oil in place*) pada suatu reservoir. Semakin besar harga persebaran permeabilitas maka akan semakin besar harga *oil in place* yang diperoleh.

Daftar Notasi

- k = permeabilitas [mD]
 φ = porositas [fraksi]
 RQI = *Reservoir Quality Index* [fraksi]
 φ_z = *Pore Matrix Ratio* [fraksi]
 FZI = *Flow Zone Indicator* [fraksi]

Daftar Pustaka

- Amafule, J.O., Altunbay, M., Tiab, D., Kersey, D.G., and Keelan, D.K. Enhanced Reservoir Description : Using Core and Log Data to Identify Hydraulic Flow Units and Predict Permeability in Uncored Intervals/Wells. SPE Paper 26436. 1993.
- A. Hasan, et al. Field Application of a Modified Kozeny-Carmen Correlation to Characterize Hydraulic Flow Units. Paper SPE 149047. 2011.
- E. R. (Ross) Crain, P.Eng. "Crain's Petrophysical Handbook". Rocky Mountain House. Canada. 2005
- Rukmana, Dadang., Kristanto, Dedy., dan Dedi, V. Cahyoko Aji. Teknik Reservoir : Teori dan Aplikasi. Yogyakarta. 2012.
- Funk, James J., Siddiqui, Shameem, "Multi-Scale Flow Zone Determinations". Saudi Aramco Lab R&D Center. SCA-9959.



Lembar Tanya Jawab

Moderator: Setiyadi (Unika Widya Mandala, Surabaya)

1. Penanya : Hargono (Universitas Diponegoro)
Pertanyaan : Persamaan garisnya mencerminkan apa? Kenapa dipaksakan membuat garis lurus dan R^2 -nya rendah? Atau ada persamaan garis lain yang dapat mewakili data?
Jawaban : Untuk menggambarkan hubungan permeabilitas dan porositas. Kalau porositasnya semakin bagus, maka permeabilitasnya juga semakin bagus.

