DOI: doi.org/10.21009/0305020124

SOLUSI PERSAMAAN DIFUSIVITAS ALIRAN FLUIDA MINYAK PADA RESERVOIR DAN MODIFIKASINYA UNTUK UJI ALIR *(PRESSURE DRAWDOWN TEST)* DAN UJI TUTUP *(PRESSURE BUILDUP TEST)*

Hardiyanto[1,a)], Lilik Hendrajaya [2,b)]

[1,2] Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 , Bandung 40132

Email: [a)]Ardy.VCK.ur@gmail.com, [b)]lilikhendrajaya@gmail.com

Abstrak

Tekanan transien fluida minyak pada reservoir dapat diperoleh dari solusi persamaan difusivitas. Untuk mencari solusi persamaan difusivitas ini diperlukan dua syarat batas sebagai syarat dalam dimensi ruang dan satu syarat keadaan awal sebagai syarat dimensi waktu. Solusi tersebut ditentukan dengan menggunakan Transformasi Laplace. Solusi tersebut selanjutnya digunakan sebagai analisis uji penurunan tekanan pada Uji alir *(Pressure Drawdown Test)* dan Uji Tutup *(Pressure Buildup Test)*. Hasil plot dari solusi diperoleh nilai parameter reservoir diantaranya permeabilitas, faktor "skin" (kerusakan sekitar sumur), volume reservoir, Dietz Shape faktor dan tekanan rata-rata.

Kata-kata kunci: *persamaan difusivitas, tekanan transien,drawdown-Buildup.*

Abstract

Pressure transient of oil in reservoir can be obtained from the solution diffusivity equation. To find a solution of this diffusivity equation takes two boundary conditions as space dimension and one dimension of the initial state as a condition for the time dimension. The solution is determined by using the Laplace transform and then used as a test analysis of pressure drop in a flow test (Pressure Drawdown Test) and Pressure buildup Test. The plot of the solution used to prediction reservoir parameters such as permeability, skin faktor , volume of the reservoir, Dietz Shape faktor and the average pressure.

Keywords*: diffusion equation, the pressure transient, the drawdown-buildup.*

1. Pendahuluan

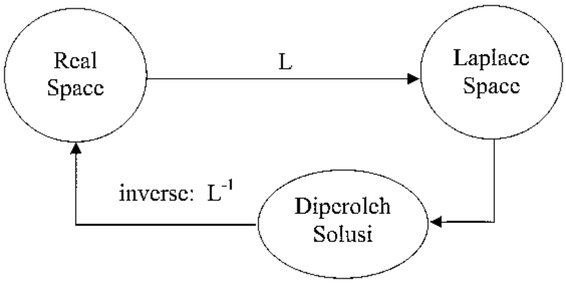
Suatu karakterisitik reservoir migas yang perlu dianalisa untuk mengetahui suatu kapasitas atau kemampuan produksi suatu reservoir diantaranya adalah besarnya porositas dan permeabilitas. Sehingga dikembangkan suatu model matematik yang mendeskripsikan aliran dalam reservoir sebagai media aliran berpori yang dikenal dengan persamaan difusivitas. Solusi persamaan difuivitas ini bisa digunakan sebagai dasar analisis aliran dalam reservoir disebut dengan test tekanan transient.

Test tekanan transient yang sering diterapkan pada sumur produksi umumnya terdiri dari uji alir *(Drawdown test)* dan uji tutup *(build up test)*. Kedua uji tersebut digunakan untuk mengetahui nilai permeabilitas maupun faktor-faktor lain yang ikut mempengaruhi prilaku aliran fluida dalam media berpori atau reservoir seperti faktor kerusakan sekitar lubang sumur atau biasa disebut dengan faktor skin (skin faktor), bentuk reservoir, volume pengurasan, dan tekanan rata rata reservoir.

Dalam penelitian ini dilakukan penurunan kembali persamaan difusivitas menggunakan transformasi laplace yang selanjutnya dimodfikasi sehingga bisa digunakan untuk memprediksi beberapa parameter reservoir

2. Metode Penelitian

Penyelesaian secara analitik umumnya dilakukan menggunakan metode transformasi. Metode transformasi yang dapat digunakan adalah transformasi laplace. skema penggunaan transformasi dapat dilihat dari bagan berikut.



Gambar 1. *Skema Transformsi Laplace*

Invers transformasi laplace dapat menggunakan cara analtik maupun numerik. Solusi analitik terhadap

p-ISSN: 2339-0654
e-ISSN: 2476-9398

syarat awal untuk aliran satu fasa didalam media berpori bisa di peroleh dalam dua bentuk yaitu Solusi eksak, yaitu solusi dalam bentuk transformasi laplace Solusi pendekatan (approximation solution). Persamaan umum transformasi laplace dan inversnya dapat dituliskan sebagai berikut[4].

$$L\{f(t)\} = \hat{f}(s) = \int_0^\infty f(t)e^{-st}dt \tag{1}$$

dan inversnya dapat dituliskan:

$$L^{-1}\{\hat{f}(s)\} = f(t) \tag{2}$$

dengan f(t) suatu fungsi.

Transformsi laplace maupun inversnya ini sudah dipermudah dari beberapa sumber buku [4] dalam bentuk tabel sehinggga bisa digunakan dengan mudah. Hanya ada beberapa invers transformasi memerlukan metode komputasi untuk menyelesaikannya.

Invers trasnformasi laplace yang tidak bisa langsung dilihat dari tabel bisa digunakan metode penyederhanan yang terbagi menjadi beberapa methode diantarnya yaitu:

a. Metode pecahan parsial.
b. Metode Deret
c. Metode Persamaan diferensial

Dalam penelitian ini terdapat solusi persamaan difusi ini dalam bentuk modifikasi fungsi bessel sehingga diperlukan teknik atau beberapa metode untuk menyelesaikan invers transformasi laplace.

3. Hasil dan Pembahasan

Persamaan diferensial dasar untuk aliran radial dalam media berpori ini akan menunjukkan bagaimana aliran fluida di daerah sekitar lubang bor seperti terlihat pada gambar 2. untuk mendapatkan persamaan diferesnisal diasumsikan aliran bergerak secara radial menuju lubang bor, reservoir dianggap homogen, reservoir memiliki permeabilitas isotropik, tekanan konstan dan formasi sepenuhnya disaturasi 1 fasa.

Dengan mengaplikasikan hukum kekekalan aliran massa, persamaan keadaan dan hukum darcy didapat persamaan sebagai berikut :

$$\frac{d^2p}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dp}{dr} = \frac{\phi\mu c}{k}\frac{dp}{dt} \tag{3}$$

atau dapat dituliskan dalam satuan lapangan sbagai berikut:

$$\frac{d^2p}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dp}{dr} = \frac{\phi\mu c}{2{,}634x10^{-4}k}\frac{dp}{dt} \tag{4}$$

Untuk mendapaatkan solusi analitik persamaan difusivitas, terlebih dahulu persamaan tersebut ditransformasikan kedalam bentuk tak berdimensi dengan mendefinisikan variabel tak berdimensi berdasarkan keadaan keadaan produksi di sumur produksi. Keadaaan sumur produksi dapat dibagi menjadi dua keadaan yaitu laju produksi sumur konstan dan tekanan sumur produksi konstan sebagai berikut:

$$p_D = \frac{kh(p_i - p)}{141{,}2qB\mu}, \qquad r_D = \frac{r}{r_w}$$
$$t_D = \frac{\left(2{,}634x10^{-4}\right)kt}{\mu c\phi r_w^2}, \qquad r_{De} = \frac{r_e}{r_w} \tag{5}$$

Untuk mendapaatkan solusi analitik persamaan difusivitas, terlebih dahulu persamaan tersebut ditransformasikan kedalam bentuk tak berdimensi dengan mendefinisikan variabel tak berdimensi berdasarkan keadaan keadaan produksi di sumur produksi. Keadaaan sumur produksi dapat dibagi menjadi dua keadaan yaitu laju produksi sumur konstan dan tekanan sumur produksi konstan.

Variabel tak berdimensi untuk tekanan sumur produksi konstan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$q_D = \frac{141{,}2qB\mu}{kh\left(p_i - p_{wf}\right)}$$
$$p_D = \frac{p_i - p}{p_i - p_{wf}} \tag{10}$$

Sehingga persamaan difusi (persamaan 4) di transformasikan kedalam variabel tak berdimensi menjadi :

$$\frac{d^2p_D}{dr_D^2} + \frac{1}{r_D}\frac{dp_D}{dr_D} = \frac{dp_D}{dt_D} \tag{11}$$

Persamaan diatas selanjutnya ditrasnformasikan kedalam ruang laplace untuk menyederhanakan persamaan difusi tersebut sehingga diperoleh persamaan berikut:

$$\xi^2\frac{d^2\bar{p}}{d\xi^2} + \frac{1}{\xi}\frac{d\bar{p}}{d\xi} - \xi^2\bar{p} = 0 \tag{12}$$

dengan $\xi = r_D\sqrt{s}$.

Persamaan 12 merupakan bentuk umum persamaan diferensial yang memiliki solusi umum dalam bentuk fungsi bessel termodisikasi. Solusi persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\bar{p} = AI_0\left(r_D\sqrt{s}\right) + BK_0\left(r_D\sqrt{s}\right) \tag{13}$$

Untuk mencari solusi khusus tertentu digunakan dua syarat batas diatas. Adapun dua syarat batas itu adalah syarat batas pada sumur dan syarat batas luar reservoir yang dalam penelitian ini penyelesaian solusi dibagi dalam beberapa kasus sebagai berikut:

a. *Kasus 1* Sumur diproduksi dengan laju produksi konstan dan reservoir tak terbatas (infinite acting).

syarat batas dalam pada sumur :

$$\lim_{r_w \to 0} r\frac{\partial p}{\partial r} = -\frac{141{,}2qB\mu}{kh}$$

Syarat batas luar reservoir:

$$\lim_{r_e \to \infty} p(r_e, t) = p_i$$

Syarat batas tersebut di transformasikan ke ruang laplace sebelum digunakan untukmencari solusi khusus persamaan 13. Sehingga diperoleh solusi khusus sebagai berikut:

$$\hat{p} = \frac{1}{s} K_0\left(r_D \sqrt{s}\right)$$

Persamaan tersebut di inverskan dari ruang laplace[4] sehingga diperoleh:

$$p_D = -\frac{1}{2} E_i\left(-\frac{r_D^2}{4t_D}\right) \qquad (14)$$

atau jika ditulis dalam satuan lapangan dan mengganti variabel tak berdimensi menjadi:

$$p(r,t) = p_i + \frac{70{,}6 q\mu B}{kh} E_i\left(\frac{-\phi\mu c r^2}{0{,}00105 kt}\right) \qquad (15)$$

b. *Kasus 2* Sumur diproduksi dengan tekanan konstan dan jari-jari reservoir tak terbatas (infinite acting)

Syarat batas dalam pada sumur :

$$p\ (r = r_w, t\ ) = p_w$$

Syarat batas luar reservoir:

$$\lim_{r_e \to \infty} p(r_e, t) = p_i$$

Syarat batas tersebut di transformasikan ke ruang laplace sebelum digunakan untukmencari solusi khusus persamaan 13. Sehingga diperoleh solusi khusus sebagai berikut:

$$\hat{p}\left(r_D, t_D\right) = \frac{K_0\left(r_D \sqrt{s}\right)}{sK_0\left(\sqrt{s}\right)}$$

Invers untuk transformasi laplace ini menurut Van Everdingen dan Hurst (The Application of the Laplace Transformation to Flow Problems in Reservoirs, Petroleum Transactions AIME, 305-324, 1949) dapat dituliskan menjadi:

$$p\left(r_D, t_D\right) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{(1 - e^{-u^2 t_D})\left[J_0(u) Y_0(u r_D) - Y_0(u) J_0(u r_D)\right]}{u^2\left[J_0^2(u) + Y_0^2(u)\right]} \qquad (16)$$

c. *Kasus 3* Sumur diproduksi dengan laju konstan dan reservoir tertutup (tidak ada aliran dibatas reservoir)

syarat batas dalam pada sumur :

$$\lim_{r_w \to 0} r\ \frac{\partial p}{\partial r} = -\frac{141{,}2 qB\mu}{kh}$$

syarat batas luar reservoir:

$$\lim_{r \to r_{De}} r\ \frac{\partial p}{\partial r} = -141{,}2 \frac{qB\mu}{kh} = 0$$

Syarat batas tersebut di transformasikan ke ruang laplace sebelum digunakan untukmencari solusi khusus persamaan 13. Sehingga diperoleh solusi khusus sebagai berikut:

$$\hat{p} = \frac{K_1\left(r_{De}\sqrt{s}\right) I_0\left(r_D\sqrt{s}\right) + I_1\left(r_{De}\sqrt{s}\right) K_0\left(r_D\sqrt{s}\right)}{s^{3/2}\left[I_1\left(r_{De}\sqrt{s}\right) K_1\left(\sqrt{s}\right) - K_1\left(r_{De}\sqrt{s}\right) I_1\left(\sqrt{s}\right)\right]}$$

Menurut Matthews dan Russell (Pressure Buildup and Flow Test in Wells, Society of Petroleum Engineers of AIME, 1967)[3] sebagai berikut.

$$p_D = \frac{1}{r_{De}^2 - 1}\left(\frac{r_D^2}{4} + t_D\right) - \frac{r_{De}^2}{r_{De}^2 - 1} \ln r_D - \frac{3r_{De}^4 - 4r_{De}^4 \ln r_{De} - 2r_{De}^2 - r_{De}^2 - 1}{4(r_{De}^2 - 1)^2} \qquad (17)$$

atau jika ditulis dalam satuan lapangan dan mengganti variabel tak berdimensi menjadi:

$$p(r_w, t) = p_i - 141{,}2 \frac{q\mu B}{kh}\left(\frac{2t_D}{r_{De}^2} + \ln r_{De} - \frac{3}{4}\right) - 141{,}2 \frac{q\mu B}{kh}\left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2e^{-\alpha_n^2 t_D} J_1^2\left(r_{De}\alpha_n\right)}{\alpha_n^2\left[J_1^2\left(r_{De}\alpha_n\right) - J_1^2\left(\alpha_n\right)\right]}\right) \qquad (18)$$

d. *Kasus 4* Sumur diproduksi dengan laju konstan dan tekanan konstan pada batas reservoir

syarat batas dalam pada sumur :

$$\lim_{r_w \to 0} r\ \frac{\partial p}{\partial r} = -\frac{141{,}2 qB\mu}{kh}$$

syarat batas luar reservoir:

$$p\ \left(r_e, t\ \right) = p_i$$

Syarat batas tersebut di transformasikan keruang laplace sebelum digunakan untukmencari solusi khusus persamaan 13. Sehingga diperoleh solusi khusus sebagai berikut:

$$\hat{p} = \frac{I_0\left(r_{De}\sqrt{s}\right) K_0\left(r_D\sqrt{s}\right) - K_0\left(r_{De}\sqrt{s}\right) I_0\left(r_D\sqrt{s}\right)}{s^{3/2}\left[K_0\left(r_{De}\sqrt{s}\right) I_1\left(\sqrt{s}\right) + I_0\left(r_{De}\sqrt{s}\right) K_1\left(\sqrt{s}\right)\right]}$$

Menurut Matthews dan Russell (Pressure Buildup and Flow Test in Wells, Society of Petroleum Engineers of AIME, 1967) yang mengikuti carslaw dan jaegar (Conduction of heat in solid, 1959)[3], solusi untuk kasus ini adalah :

$$p\left(r_w, t\right) = p_i - 141{,}2 \frac{q\mu B}{kh} \ln r_{De} - 2\sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{-\beta_n^2 t_D} J_0^2\left(r_{De}\beta_n\right)}{\alpha_n^2\left[J_1^2\left(\beta_n\right) - J_0^2\left(r_{De}\beta_n\right)\right]} \qquad (20)$$

e. *Kasus 5* Sumur diproduksi dengan tekanan konstan dan tekanan pada batas reservoir juga konstan

syarat batas dalam pada sumur :

$$p\left(r = r_w, t\right) = p_w$$

syarat batas luar reservoir:

$$\lim_{r_e \to \infty} p(r_e, t) = p_i$$

Syarat batas tersebut di transformasikan keruang laplace sebelum digunakan untukmencari solusi khusus persamaan 13. Sehingga diperoleh solusi khusus sebagai berikut:

$$\bar{p} = \frac{K_0\left(r_{De}\sqrt{s}\right)I_0\left(r_D\sqrt{s}\right) - I_0\left(r_{De}\sqrt{s}\right)K_0\left(r_D\sqrt{s}\right)}{s\left[K_0\left(r_{De}\sqrt{s}\right)I_0\left(\sqrt{s}\right) - K_0\left(\sqrt{s}\right)I_0\left(r_{De}\sqrt{s}\right)\right]}$$

Transformsi laplace dari solusi diatas tidak bisa diselesaikan secara manual. Namun Zimmerman(Flow in Porous media ,2003-2004) melakukan penurunan dengan cara yang berbeda mendapat kan solusi untuk kasus ini sebagai berikut :

$$p_D = -\frac{\ln\left(r_D / r_{De}\right)}{\ln r_{De}} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi U_n(\beta_n r_D) e^{-\beta_n^2 t_D} J_0\left(\beta_n\right) J_0\left(r_{De}\beta_n\right)}{J_0^2\left(\beta_n\right) - J_0^2\left(r_{De}\beta_n\right)} \tag{21}$$

dengan

$$U_n(\beta_n r_D) = Y_0\left(\beta_n\right) J_0\left(r_D\beta_n\right) - J_0\left(\beta_n\right) Y_0\left(r_D\beta_n\right)$$

Selanjutnya solusi solusi persamaan difusi dyang dikemukakan diatas dikoreksi dengan mengambil aproksimasi agar bisa digunakan untuk menngambarkan aliran saat proses uji alir dan uji tutup berlangsung. Aproksimasi ini berdasarkan pembagian waktu aliran pada saat gangguan tekanan diberikan. Pembagian dikelompokan ke dalam tiga periode yaitu periode transient, periode pseudosteady state dan steady state.

Periode transient terjadi pada saat awal produksi ketika efek batas luar reservoir belum terasa di sumur sehingga reservoir berperilaku seperti halnya tidak ada batas (reservoir bersifat infinite-acting). Sehingga untuk keadaan ini digunakan persamaan 15 untuk menggambarkan keadaan aliran. Untuk harga argumen x yang kecil (yaitu x < 0.01) maka Ei(x) dapat didekati oleh harga logaritmik [1] sehingga persamaan 15 dapat dituliskan menjadi:

$$p\left(r, t\right) = p_i - \frac{162{,}6 q\mu B}{kh}\left[\log\left(\frac{kt}{\phi\mu c r^2}\right) - 3{,}23\right] \tag{22}$$

Pada periode pseudosteady-state terjadi ketika semua batas reservoir pada closed reservoir system sudah "terasa" yaitu gangguan akibat aktivitas produksi sudah sampai di batas reservoir. Kondisi pseudosteady state ini terkait dengan keadaan reservoir terbatas (finite-bounded) yang mempunyai kondisi tidak ada aliran (no-flow outer boundary condition) dan sumur berproduksi dengan laju alir konstan. Sehingga digunakan persamaan 18 untuk menggambarkan aliran. Untuk priode aliran pseudosteady-state terjadi pada masa produksi yang sudah lama (pada harga t yang besar) maka solusi pendekatan dan asumsi rDe>>1 dan rD=1 dapat dapat dutuliskan:

$$p_D\left(1, t_D\right) = \frac{2t_D}{r_{De}^2} + \ln r_{De} - \frac{3}{4}$$

atau jika ditulis dalam bentuk lain sebagai berikut:

$$p_{wf} = p_i - 141{,}2\frac{q\mu B}{kh}\left[\frac{0{,}000527 kt}{\phi\mu c\ r_e^2} + \ln\frac{r_e}{r_w} - \frac{3}{4}\right] \tag{23}$$

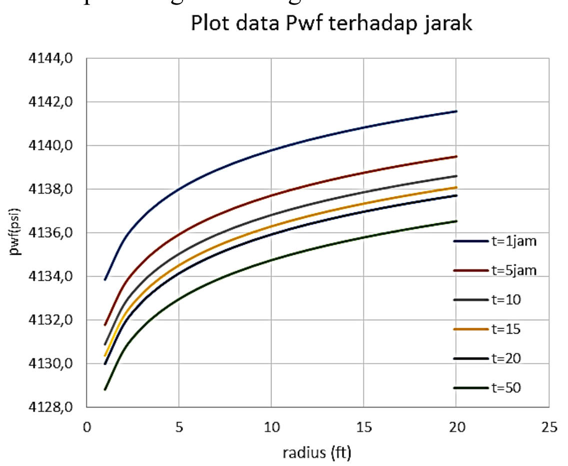
Steady-state terjadi pada selang waktu yang sangat besar atau lama (sumur sudah diproduksi dengan sangat lama) pada suatu sistem reservoir dengan kondisi batas luar reservoir berupa tekanan konstan atau dengan kata lain tidak ada perubahan tekanan terhadap waktu. Sehingga untuk mendapatkan solusi yang sesuai dengan keadaan diatas maka dalam kasus diambil syarat batas constant pressure outary boundary dan constant-rate production. Solusi untuk periode ini dapat diambil dari persamaan yang solusinya merupakan persamaan darcy dalam arah radial.

$$p_{wf} = p_i - 141{,}2\frac{qB\mu}{kh}\ln\frac{r_e}{r_w} \tag{24}$$

Untuk membuktikan bahwa persamaan-persamaan diatas bisa digunakan untuk memprediksi suatu aliran pada suatu reservoir maka diambil data produksi dan reservoir sumur X[2].

q = 250	STBPD	k = 246	md
μ = 0,8	cp	h = 69	ft
B =1,55	bbl/STB	f = 0,039	
Pi =4150	psi	c = 0,000017	1/psi
re =1489	ft	rw = 0,198	ft

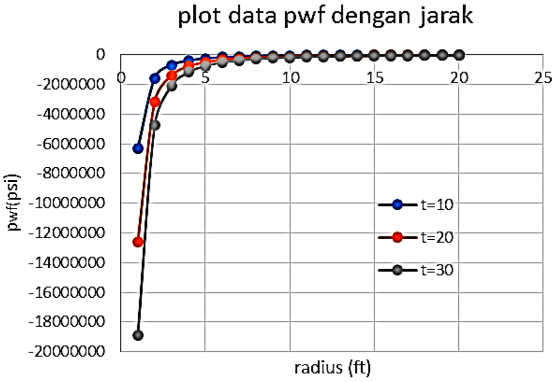
Setelah data itu dimasukkan ke persamaan sesuai dengan periode periode yang telah ditentukan diatas maka diperoleh grafik sebagai berikut:



Gamba 2. *Hasil plot distribusi tekanan transient*

Dari grafik diatas terlihat bahwa saat sumur diproduksi dengan laju konstan maka terjadi penurunan tekanan. Hal ini analogi dengan keadaan suatu reservoir saat diawal mulai diproduksi dan penurunan tekanan dibatas reservoir belum terasa.

Selanjutnya dengan data yang sama diterapkan pada persamaan periode pseudosteady-state maka diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 3. *Hasil plot distribusi tekanan pseudosteady-state*

Pseudosteady state artinya tekanan di setiap titik di reservoir menurun terhadap waktu dengan laju penurunan konstan

Dari grafik tersebut terlihat bahwa penurunan tekanan di lubang sumur produksi munurun secara konstan selama rentang wajktu tertentu. Hal tersebut bersesuai dengan definisi Pseudosteady state artinya tekanan di setiap titik di reservoir menurun terhadap waktu dengan laju penurunan konstan

Dengan memodifikasi solusi untuk periode yang dijelaskan diatas dengan memasukan faktor kerusakan disekitar lubang sumur *(skin faktor)*, dan faktor volume resesrvoir maka hasilnya dapat digunakan untuk menganalisa beberapa parameter reservoir dalam uji alir yang disajikan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. *Pengelompokan solusi dan peneranpan persamaan difusivitas pada reservoir*

No.	Priode	Parameter Yang di Prediksi	Hasil modifikasi persamaan
1.	Transient	permeabilitas	$k = \frac{162{,}6 q\mu B}{mh}$
		Faktor kerusakan disekitar lubang sumur (skin faktor)	$s = 1{,}151\left\{\frac{p_i - p_{wf}}{m} - \log\left(\frac{kt}{\phi\mu c r_w^2}\right) - 3{,}23\right\}$
		Bentuk reservoir (Dietz Shape faktor (C_A))	$C_A = \gamma r_w^2 \exp\left(\ln 4A - \frac{2\left(\bar{p} - p_{wf}\right)}{141{,}2\frac{q\mu B}{kh}} - 2s\right)$
2	Pseudosteady-state	Tekanan rata-rata reservoir	$\bar{p} = p_{wf} + 141{,}2\frac{q\mu B}{kh}\left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{3}{4} + s\right]$
		Laju Produksi	$q = \frac{k_j h\left(\bar{p} - p_{wf}\right)}{141{,}2\mu B\left[\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - \frac{3}{4}\right]}$
		Productivity Index	$PI = \frac{kh}{141{,}2\mu B\left[\frac{1}{2}\ln\left(\frac{4A}{\gamma C_A r_w^2}\right) + s\right]}$
		Efesiensi aliran	$FE = \frac{\bar{p} - p_{wf} - \Delta p_s}{\bar{p} - p_{wf}}$

Dalam analisis uji tutup (pressure drawdown test) di turunkan dengan prinsip superposisi (superposotion in time). Misalkan suatu sumur dialirkan dengan laju produksi konstan sebesar q. Pada watu t = tp, sumur kedua yang berlokasi sama dengan sumur pertama dialirkan dengan laju konstan sebesar –q (diinjeksikan) sementara sumur pertama dibiarkan tetep mengalir dengan laju alir q. waktu pengaliran sumur kedua dinyatakan Δt.

Ketika pengaruh kedua sumur dijumlahkan sebagai aplikasi dari superposisi, hasilnya adalah model yang menggambarkan sebuah sumur yang diproduksi pada laju q selama tp dan kemudian ditutup selama Δt. Oleh karena itu, untuk menganalisis data pressure buildup test digunakan aproksimasi logaritmik persamaan 22 untuk masing-masing sumur sehingga diperoleh :

$$p_{ws} = p_i - 162{,}6\frac{q\mu B}{kh}\log\left(\frac{t_p+\Delta t}{\Delta t}\right) \qquad (25)$$

Dari hasil plot test buildup ini bisa digunakan untuk memprediksi permeabilitas dari kemiringan hrner plot:

$$k = \frac{162{,}6 q\mu B}{mh}$$

Dengan cara yang sama seperti pada analisis data hasil pressure drawdowwn test, untuk menentukan faktor skin dapat diperoleh:

$$s = 1{,}151\left[\left(\frac{p_{ws}-p_{wf}}{m}\right) + \log\left(\frac{1{,}696\phi\mu c r_w^2}{k\Delta t}\right) + \log\left(\frac{t_p+\Delta t}{t_p}\right)\right]$$

4. Simpulan

Dari pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa dari solusi persamaan difusi dapat digunakan untuk memeperediksi nilai parameter reservoir diantaranya permeabilitas, faktor “skin” (kerusakan sekitar sumur), volume reservoir, Dietz Shape faktor dan tekanan rata-rata dan beberapa faktor produksi lain seperti productivity index dan efesiensi aliran .

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Institut Teknologi bandung yang menjadi wadah sekaligus tempat menimba ilmu, terimakasih juga kepada para dosen dan rekan-rekan yang membantu penyelesaian penelitian ini.

Daftar Acuan

Jurnal

[1] Odeh, A.S.: “*Pressure Drawdown Analysis, Variabel-Rate Case”* Journal Of Petroleum Technology, vol 960. 08-1995

Buku

[2] John lee. *Well testing*. First Printing. New York, Macmillan (1982),

[3] Mattews, C.S. and Russell, D.G.*Pressure Buildup and Flow Tests in Wells SPE Monograph vol.1*, Henry L. Doherty series SPE of AIME, N.Y. 1967

[4] Abramowitz, M. & Stegun, I. A. (eds.) *Handbook of Mathematical Functions* Dover Publications, inc., NY,