

Korelasi antara Faktor Sementasi (m) dan Eksponen Saturasi (n) Batuan Reservoir Migas di Indonesia

Oleh:

Herlan Adim

SARI

Tujuan utama dari studi ini adalah menyiapkan data hasil pengukuran parameter " m " dan " n " yang diukur di laboratorium terhadap percontoh batuan yang mewakili beberapa formasi reservoir minyak di Indonesia, yang kemudian dapat dipakai sebagai acuan dalam mengevaluasi harga saturasi air dalam reservoir.

Banyak persamaan empiris untuk menentukan nilai kedua faktor tersebut telah dipublikasikan oleh penulis terdahulu (Archie, Humble, Tixier, Carothers, Shell dan lain-lain), tetapi timbul masalah dalam pemakaian persamaan empiris tersebut sebagai referensi dalam evaluasi hasil rekaman log terutama untuk formasi yang heterogen. Data hasil rekaman log dengan data analisis parameter " m " dan " n " di laboratorium dipakai untuk menyelesaikan perhitungan data saturasi air dalam reservoir.

ABSTRACT

One of the primary objectives of this study is to provide laboratory data measurements on the representative rock formation from oil reservoirs in Indonesia, this then becomes the reference for improving values of reservoir water saturation.

The empirical equations of determining " m " and " n " values on formation core samples were previously published by Archie, Humble, Tixier, Carothers, Shell, etc. The problem has led to the publication of application empirical equations for the evaluation of the logs from heterogeneity formations. Downhole log data are utilized with laboratory determined cementation exponents (m) and saturation exponents (n) to furnish improved values of reservoir water saturation.

I. PENDAHULUAN

Parameter batuan reservoir minyak dan gas bumi mempunyai peranan penting di dalam teknik reservoir, mulai dari perhitungan kandungan hidrokarbon awal di tempat sampai masalah efisiensi pengurasannya maupun persentase minyak dan gas yang tidak dapat terambil (residu).

Indonesia mempunyai banyak ladang minyak dan gas bumi, baik yang sudah berproduksi maupun yang belum, dengan lingkungan pengendapan yang berbeda-beda. Perbedaan ini mengakibatkan sifat-sifat batuan reservoir tempat terakumulasinya minyak dan gas bumi akan berbeda satu sama lain.

Sehubungan dengan masalah pemakaian parameter yang bervariasi maka perlu dilakukan korelasi atau pendataan atas parameter-parameter batuan reservoir dari setiap cekungan minyak dan gas, yang pada gilirannya untuk batuan reservoir yang berada pada lingkungan pengendapan yang sama dapat dilakukan korelasi, sedemikian hingga didapatkan formula atau persamaan empiris yang berlaku umum untuk lingkungan pengendapan cekungan tersebut.

Korelasi yang dimaksud dalam makalah ini adalah untuk parameter statis di antaranya konstanta-konstanta untuk tujuan mengkoreksi hasil analisis dari rekaman log, yaitu faktor sementasi (" m ") dan eksponen

saturasi (" n ").

Kaitannya dengan masalah penilaian formasi, tidak jarang bahwa pemakaian data yang langka, lazim dipakai data-data dari hasil penelitian terdahulu yang tertulis dalam literatur, di mana pada kenyataannya pemakaian data tersebut sangat empiris. Tingkat kelayakan suatu hasil evaluasi formasi reservoir sangat tergantung pada data yang tersedia dan kualitasnya.

Dalam makalah ini dikemukakan hasil studi berdasarkan pengujian di laboratorium mengenai parameter " m " dan " n ", yang dilakukan terhadap batuan reservoir yang berasal dari lapangan minyak dan gas bumi di wilayah Indonesia dengan metode



yang lazim (standar) dipergunakan oleh peneliti laboratorium pada umumnya. Dari hasil penelitian ini dapat dipertimbangkan bahwa hasil data pengujian akan lebih representatif untuk jenis batuan reservoir di Indonesia, yang kiranya kemudian dapat dipakai sebagai data pembandingan dengan data-data dari rekaman log, sehingga dalam pemakaiannya akan diperoleh hasil penilaian formasi yang lebih meyakinkan.

Hasil studi ini memberikan konsistensi analisis dan interpretasi, karena setiap data/informasi ini akan memberikan kontribusi maksimum secara regional maupun lokal.

II. TINJAUAN BEBERAPA CEKUNGAN DI INDONESIA

Wilayah Indonesia dengan letak dan kedudukannya terletak di antara tiga lempeng utama yang sifatnya konvergen merupakan contoh yang khas bagi proses-proses tektonik lempeng yang rumit dan mungkin juga merupakan salah satu wilayah yang sulit dimengerti dipandang dari segi ini.

Cekungan-cekungan yang termasuk dalam studi ini digolongkan sebagai cekungan busur belakang yang banyak di antaranya telah memproduksi sejumlah minyak dan gas bumi.

A. Cekungan Sumatra Utara

Cekungan Sumatra Utara terletak di antara paparan Sunda yang berada di daerah lepas pantai sebelah timur laut, dan Pegunungan Barisan yang terletak di sebelah barat dayanya.

Daerah tinggian Asahan sebelah barat daya dari daerah Asahan yang menjurus ke arah lepas pantai dianggap merupakan batas yang memisahkan cekungan Sumatra Utara dan cekungan Sumatra Tengah. Di sebelahbarat laut cekungan Sumatra Utara ini dibatasi oleh tinggian Samalanga yang letaknya di daerah Aceh Utara.

Salah satu lapangan gas yang

terbesar adalah lapangan gas Arun yang terletak di cekungan Sumatra Utara dan yang berproduksi dari formasi batu gamping Arun. Produksi minyak terutama diperoleh dari formasi Keutapang dan dari lapisan-lapisan batu pasir anggota Baong Tengah.

B. Cekungan Sumatra Tengah dan Sumatra Selatan

Cekungan Sumatra Tengah dan Sumatra Selatan menunjukkan sejarah pembentukan yang sama dan dapat dianggap sebagai suatu cekungan besar yang mengandung banyak bagian-bagian yang dalam dan terban (*grabens*).

Lapangan minyak yang terbesar di Indonesia ialah lapangan minyak Minas dan terletak di daerah cekungan Sumatra Tengah.

Produksi dari lapangan Minas terutama diperoleh dari lapisan-lapisan batu pasir formasi Sihapas. Formasi batuan yang terutama merupakan produsen minyak dan gas bumi di Sumatra Selatan adalah formasi Talang Akar.

Di Jambi produksi minyak terutama diperoleh dari formasi Air Benakat. Gas tak terikat (*non-associated*) juga dihasilkan di Sumatra Selatan, ialah dari terumbu formasi batu gamping Baturaja.

C. Cekungan Jawa Barat Laut

Daerah cekungan Jawa Barat laut yang mencakup beberapa cekungan tersier yang membatasi paparan Sunda di sebelah selatannya terdiri atas cekungan Jawa Barat, cekungan Sunda dan cekungan Biliton (Belitung).

Daerah pegunungan vulkanik Jawa merupakan batas selatan dari daerah cekungan. Daerah tinggian Pulau Seribu merupakan batas struktural antara cekungan Sunda dan cekungan Jawa Barat.

Lapisan-lapisan utama yang berproduksi adalah batu pasir dari

formasi Talang Akar, Cibulakan dan Air Benakat selain batu gamping dari formasi Baturaja dan Parigi yang juga berproduksi minyak dan gas bumi.

Suatu hal yang menarik ialah bahwa di kawasan daratan juga telah diproduksi minyak dari batuan tuff vulkanik dan breksi dari formasi Jatibarang.

D. Cekungan Timur Laut Jawa

Daerah cekungan ini mempunyai luas lebih dari 2.000.000 km persegi dan mengandung akumulasi sedimen dengan ketebalan rata-rata 1500 m di bagian paparan hingga mencapai 9000 m di bagian depresi.

Minyak yang diproduksi di daratan (cekungan Jawa Timur) berasal dari batu pasir yang berumur Miosen, Pliosen dan Plistosen Bawah dari selang yang sifatnya regresif (formasi Ngrayong, Wonocolo, Ledok dan Lidah). Bagian terbesar dari 27 buah lapangan yang telah ditemukan di cekungan Jawa Timur merupakan akumulasi-akumulasi yang sangat kecil dan saat ini sebagian sudah ditinggalkan.

Cadangan potensial di lepas pantai (cekungan Jawa Timur Laut) terutama terdapat dalam terumbu-terumbu dari Formasi Kujung walaupun pengujian-pengujian juga memperlihatkan adanya minyak dan gas di dalam batu pasir dasar berumur Eosen dan juga di dalam batu gamping serta batu pasir dari Formasi OK.

E. Cekungan Kutai

Cekungan Kutai meliputi suatu daerah sekitar 165.000 km persegi, terletak di pantai timur Kalimantan dan daerah paparan sebelahnya. Sedimen-sedimen tersier yang diendapkan di cekungan Kutai di bagian timur adalah tebal sekali dengan fasies pengendapan yang berbeda-beda.

Produksi kumulatif sejak 1970 di cekungan Kutai sudah melebihi 800 MMBO dan produksi dewasa ini sekitar 333.000 BOPD, terutama dari



lapangan-lapangan Handil, Attaka dan Bekapai. Lapangan Badak dan Nilam memproduksi kondensat yang dialirkan ke proyek LNG di Bontang.

F. Cekungan Natuna

Cekungan ini terletak di bagian paling selatan dari laut Cina Selatan di antara pulau Sumatra, semenanjung Malaka dan Kalimantan Barat yang pada umumnya terdiri atas batuan endapan dan kristalin berumur pra-tersier yang telah mengalami deformasi yang kuat.

Pembentukan cekungan Natuna Barat dimulai dari kala Oligosen Bawah, bersamaan dengan pemekaran dasar laut yang membentuk lekukan-lekukan setengah terban berarah Timur Laut-Barat Daya. Lapisan Miosen yang terdiri atas batuan pasir, lempung yang berselingan dengan beberapa lapisan batu bara, telah diendapkan di lingkungan delta atau paralik.

Di cekungan Natuna Barat terdapat lapangan minyak yang memproduksi dari lapisan-lapisan batu pasir Formasi Gabus.

Produksi rata-rata adalah 11.400 BOPD dan produksi kumulatif hingga Januari 1985 sekitar 44.000 MMBO.

Cekungan Natuna Timur dicirikan oleh struktur arah utara barat laut dan menyebabkan penampungan sedimen tersier di atas platform di sebelah baratdaya cekungan. Lapisan-lapisan yang berumur miosen di cekungan ini pada umumnya terdiri atas lapisan-lapisan pasir, serpih dan batu bara yang diendapkan di lingkungan deltaik dan paralik. Terutama di daerah cekungan sebelah timur dan tenggara di mana penimbunan lebih tebal, sedimen miosen mempunyai potensi sebagai batuan induk, terutama untuk gas.

Dalam hal ini terumbu-terumbu gamping dan batuan karbonat di Formasi Terumbu terbukti mengan-

dung cadangan gas yang besar walaupun kadar gas alam arangnya tinggi. Di cekungan ini, sedimen miosen secara regional menebal kearah timur dan dapat mencapai ketebalan lebih dari 3000 m.

G. Cekungan Salawati

Cekungan Salawati terletak sepanjang batas barat daerah Kepala Burung, Irian Jaya. Cekungan ini dibatasi di bagian utara oleh sistem sesar Sorong. Tinggian Ayamaru merupakan batas cekungan di bagian timur dan memisahkan cekungan Salawatidari cekungan Bitumi.

Di selatan, cekungan dibatasi oleh antiklin Misool-Onin dan di sebelah barat dibatasi oleh penerusan sesar Sorong.

Pengendapan tersier di daerah ini dicirikan oleh genang laut yang berlangsung dari akhir zaman kapur sampai kala eosen, susut laut pada kala oligosen akhir, genang laut pada awal miosen hingga miosen tengah dan susut laut yang berlangsung pada akhir miosen.

Lapisan yang memproduksi minyak di cekungan Salawati terdapat di dalam Formasi Kais. Bagian atas formasi ini memperlihatkan ciri-ciri batuan cadangan yang berkualitas baik sampai sangat baik.

III. METODOLOGI SIFAT KELISTRIKAN BATUAN

Sifat kelistrikan batuan yang ada kaitannya dengan masalah penilaian formasi, yaitu sifat tahanan listrik (resistivitas) dalam batuan reservoir dan air formasi yang bersifat sebagai media penghantar listrik.

A. Faktor Formasi (F atau FF)

Berdasarkan hasil pengukuran laboratorium diperoleh bahwa tahanan listrik suatu batuan yang bersih (tidak mengandung material lempung) adalah berbanding lurus dengan tahanan air formasi sebagai penjenuhnya. Konstanta pembandingan ini disebut Faktor Resistivitas Formasi (F atau FF).

$$F = \frac{R_o}{R_w} \quad (1)$$

di mana:

R_o = tahanan batuan dalam kondisi 100% jenuh

R_w = tahanan fluida penjenuh

Archie mengemukakan hubungan F dengan f dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$F = \frac{a}{\phi^m} \quad (2)$$

di mana:

a = merupakan sifat yang unik dari geometri pori batuan

m = merupakan harga slope dari hubungan F vs ϕ . Slope "m" disebut faktor sementasi (cementation factor).

Harga faktor sementasi ditentukan dengan grafik dari hasil plot FF vs f.

$$m = \text{tg } a = \frac{y}{x} \quad (3)$$

di mana:

a = adalah sudut yang dibentuk oleh garis slope dengan garis yang sejajar dengan absis.

y = panjang garis ordinat, mm.

x = panjang garis absis, mm.

B. Resistivity Index (RI atau I)

Minyak dan gas merupakan fluida yang bersifat tidak menghantarkan arus listrik. Adanya minyak dan gas dalam formasi batuan akan menyebabkan tahanan listrik yang bertambah besar.

Perbandingan antara tahanan listrik suatu batuan yang mengandung minyak dan gas terhadap batuan yang jenuh dengan air formasi dinamakan Resistivity Index. Secara matematis dinyatakan sebagai berikut :

$$RI = \frac{R_t}{R_o} \quad (4)$$

di mana:

R_t = harga resistivitas batuan dengan tingkat saturasi tertentu.



Resistivity Index merupakan fungsi dari saturasi dan geometri pori batuan, sehingga hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\frac{1}{S_w^n} \quad (5)$$

di mana:

S_w = adalah saturasi air

“n” = adalah slope dari hubungan S_w vs RI yang disebut eksponensial saturasi, ditentukan dari grafik hasil plot RI vs S_w .

$$n = \text{tg } a = \frac{y}{x} \quad (6)$$

IV. PERSAMAAN-PERSAMAAN EMPIRIS

Untuk memperkirakan nilai faktor sementasi secara empiris telah banyak dipublikasikan oleh penulis terdahulu:

$$\text{Archie} F = \frac{1.0}{\phi^m} \rightarrow m \text{ 1.3 - 2.0}$$

$$\text{Humble} : F = \frac{0.62}{\phi^{2.15}}$$

$$\text{Tixier} : F = \frac{0.81}{\phi^2}$$

$$\text{Slawinski} = \frac{(1.329 - 1.3219)^2}{\phi} \rightarrow \text{rounde dgrain}$$

$$\text{Maxwel} : F = \frac{3 - \phi}{2 - \phi} \rightarrow \text{tidak ada kotak antar butiran}$$

$$\text{Archie} : F = \frac{1.0}{\phi^2} \rightarrow \text{untuk clean - sand}$$

$$\text{HUMBLE} = \frac{1.0}{\phi^m} \rightarrow m = 2.2 - 2.5$$

$$\text{Corothers} : F = \frac{1.0}{\phi^{2.14}}$$

$$\text{Shell} = \frac{1.0}{\phi^m} \text{ bila } m = 1.87 \frac{0.19}{\phi}$$

Sedangkan untuk menghitung harga n sering dipakai persamaan empiris RI sebagai berikut:

$$\text{Aechie: } RI = S_w^{-2} \rightarrow \text{untuk clan sandstone}$$

$$\text{Williams: } RI = S_w^{-2.7} \rightarrow \text{untuk sandstone}$$

V. IMPLEMENTASI DATA DI LAPANGAN

Dalam aplikasi kedua faktor tersebut di lapangan untuk menentukan saturasi air (S_w), untuk keakurasiannya harus diperhitungkan pengaruh kadar lempung dalam batuan reservoir. Untuk batuan yang mengandung clay (*shally sand*), Waxman-Smith memperhitungkan adanya pengaruh kandungan clay di dalam batuan, yaitu dengan memperhitungkan besarnya dari konsentrasi pergantian kation (Qv), persamaannya sebagai berikut :

$$S_w^* = \sqrt[n^*]{\frac{F^* \cdot R_w}{R_t(1 + R_w \cdot B \cdot QV) / S_w}}$$

di mana:

S_w^* = saturasi air dengan adanya clay

F_a = Faktor formasi diukur pada salinitas air formasi yang bersangkutan.

n^* = faktor saturasi dengan adanya clay, merupakan faktor sementasi yang diperoleh dari grafik F^* vs ϕ

$$F^* = F_a (1 + R_w \cdot B \cdot Qv)$$

$$Qv = \frac{Cec (1 - \phi) Gd}{\phi \times 100}$$

= Specific counterion activity,

$$\frac{1}{\text{OhmM}} / \frac{\text{equive.}}{L}$$

VI. EVALUASI DATA KORELASI FAKTOR ‘m’ DAN ‘n’

Data formation factor (F) diplot sebagai fungsi dari harga porositas batuan, yang menghasilkan cemetation factor (m). Slope dari kedua parameter tersebut merupakan harga “m” nya, yang ditentukan dengan menarik garis lurus melalui titik-titik di mana F sama dengan (1.0) satu dan porositas sama dengan 100 %.

Data resistivity Index (RI), diukur pada kondisi saturasi konstan yang bervariasi. Kondisi saturasi konstan ini ditentukan dengan mempergunakan alat tekanan kapiler semi permeable cell. Data RI diplot sebagai fungsi dari saturasi, yang memberikan harga “saturation exponent” (n).

Slope yang dipakai untuk menentukan harga “n”, ditarik terhadap titik-titik dimana RI sama dengan (1.0) satu dan saturasi sama dengan 100%.

Hasil analisis laboratorium ditabulasikan seperti pada Tabel 1, berdasarkan hasil pengukuran laboratorium terhadap 866 percontoh batuan reservoir dari 176 sumur yang tercakup dalam 68 lapangan minyak dan gas bumi dan yang didapatkan dari hanya 10 cekungan di wilayah Indonesia.

Bila diperhatikan besaran parameter tersebut berdasarkan jenis litologi batuan secara menyeluruh, maka untuk “m” dan “n” dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

- Batuan pasir untuk seluruh cekungan mempunyai harga rata-rata “m” sekitar 1.678 dan rata-rata “n” sekitar 1.728.
- Batuan limes-stone harga rata-rata “m” sekitar 1.941 sedangkan untuk harga rata-rata “n” sekitar 1.978.
- Batuan dolomit memiliki harga rata-rata “m” sekitar 2.130 dan harga rata-rata “n” sekitar 2.390.

Tabel 1
Data parameter "m" dan "n" dari batuan reservoir pada beberapa cekungan di Indonesia

Cekungan	Total sumur	Kedalaman	ϕ	Ranking "m"	Rata-rata "m"	Ranking "n"	Rata-rata "n"	Rata-rata	Total sample	Pemberian litologi batuan
		rata-rata (FT)	Rata-rata (%)					Rw 076 F (OHM M)		
Sumatera Utara	2	10000	14,2	1.76-2.07	1,954	1.75-2.43	2,14	0,57	35	Limestone : <i>hd-dence, foss, vuggy, calcitic.</i>
Sumatera Tengah	16	2960	25,7	1.20-1.76	1,637	1.49-2.12	1,65	1,78	81	Sandstone : <i>hd, vf-cg,m-w srted, sbang-sbrdd, arg, qtzitic.</i>
Sumatera Selatan	13	3955	22,9	1.47-1.92	1,695	1.14-1.90	1,47	1,18	75	Sandstone : <i>hd, f-cg,p-m srted, sbang-srbdd,calc,wSH strks.</i>
	4	4085	23,4	1.66-2.07	1,865	2.04-2.40	2,14	0,3	16	Limestone : <i>vhd, calsilutit, foss, arg, dol.</i>
	4	3800	11,5	1.48-1.61	1,541	1.23-1.80	1,58	0,73	12	Silt : <i>hd, sli cslc, sli carb, arg.</i>
Jawa Bagian Barat Utara	26	6570	22,4	1.59-2.10	1,835	1.67-2.15	1,92	0,39	94	Sandstone : <i>hd, vf-cg, psrted, sbang, sli arg, sli carb.</i>
	3	10230	10,8	1.65-1.77	1,69	1.76-2.07	1,96	0,47	11	Conglomerate : <i>hd, vcg, sbang, psrted arg.</i>
	18	3094	18,9	1.36-2.10	1,94	1.70-2.38	2,06	0,56	61	Limestone : <i>hd, calsil, calcite, sli arg, pp-2.5 - vugs.</i>
	2	2750	287,2	1.79-2.38	2,13	1.81-2.41	2,39	0,59	8	Dolomite : <i>vhd, dense, arg, w/clay strks.</i>
	3	7495	11,5	1.65-1.92	1,75	1.67-2.11	1,78	0,36	9	Andessitic sand : <i>vhd, m-cg,p srted, ang, arg, ali carb.</i>



Tabel 1 (Lanjutan)
Data parameter “m” dan “n” dari batuan reservoir pada beberapa cekungan di Indonesia

Cekungan	Total sumur	Kedalaman	Φ	Ranking "m"	Rata-rata "m"	Ranking "n"	Ranking "n"	Rata-rata	Total sample	Pemberian litologi batuan
		Rata-rata (FT)	Rata-rata (%)					Rw 076 F (OHM M)		
Jawa Bagian Barat	3	5585	19,2	1.52-1.75	1,63	2.35-2.48	2,42	0,87	15	Sandstone : hd, vfg, m srtcd, sba sbrdd, calc, arg, silty.
	21	4025	16,0	1.54-2.28	1,86	1.68-1.92	1,73	1,02	118	Limestone : hd, calcarenite, calc arg, sli foss.
	6	7570	13,3	1.50-2.21	1,78	1.46-2.11	1,75	0,45	37	Metamorf. Tuff : vhd, vf-f xln, der chlorite, min, pp vug
	7	8280	18,1	1.57-2.13	1,80	ND	ND	0,41	26	Volc. Breccia : vhd-massive, w/ cite strks, qtzitic, ti
	4	6915	21,5	1.57-1.79	1,68	ND	ND	0,97	14	Tuffac. Sand : fm-hd, vfg, wsrtd qtzitic, calc, w/ clay frag
	2	7220	10,4	1.13-1.82	1,73	1.65-2.01	1,75	0,38	7	Andecitic Sand : hd, vfg, wsrtd sbang, sli carb, tuff, qtz
	2	6600	18,9	1.38-1.60	1,46	ND	ND	0,18	6	Silt : hd, arg, tuff, w/ vf sandy
	2	8530	2,3	1.32-1.41	1,38	ND	ND	0,98	9	Basalt : vhd, massive, calc, loc calcite.

Tabel 1 (Lanjutan)
Data parameter "m" dan "n" dari batuan reservoir pada beberapa cekungan di Indonesia

Cekungan	Total sumur	Kedalaman Rata-rata (FT)	F		Ranking "m"	Rata-rata "m"	Ranking *n*	Rata-rata "n"	Rata-rata Rw 076 F (OHM M)	Total sample	Pemberian litologi batuan
			Rata-rata (%)								
Jawa Bagian Timur Utara	4	5760	18.9		1.60-1.82	1.720	1.64-1.81	1.71	1.06	18	Limestone : hd-dense, vxl n, fo chalky.
Kutai	15	9488	16.9		1.55-1.79	1.710	1.21-1.93	1.64	0.83	97	Ssandstone : hd, of-cg, m srt d, z sbang, sli arg, w/ lignite localy coal.
A-Makasar	2	2500	24.7		2.03-2.19	2.09	1.80-2.36	1.99	0.49	8	Limestone : hd, dense, calcit loc chalky, pp-2mm vug
Natuna	13	4815	24.3		1.29-1.78	1.56	1.15-2.07	1.69	0.58	70	Sandstone : fm-hd, f-cg, p srt sbang-sbrdd, arg.
Salawati	4	3542	17.6		1.84-2.12	1.93	1.60-2.12	1.81	0.91	37	Limestone : vhd-dense, dolom frac, stylolite, pp-5 mm





Ketiga jenis batuan tersebut di atas merupakan jenis batuan reservoir yang dominan yang dimiliki oleh formasi batuan reservoir di Indonesia.

Bila pemilahan dilakukan berdasarkan cekungan yang termasuk dalam kajian ini, parameter “m” dan “n” dapat diinformasikan sebagai berikut :

- Batuan pasir pada umumnya tersebar di daerah cekungan Sumatra Tengah, Sumatra Selatan, Jawa bagian Barat Utara, Jawa bagian Timur Utara, Kutai dan Natuna.
- Batuan *limestone* tersebar di daerah cekungan Sumatra Utara, Sumatra Selatan, Jawa bagian Barat Utara, Jawa bagian Timur Utara dan Salawati.
- Batuan dolomit penyebarannya lebih dominan didaerah cekungan Salawati dan sebagian didaerah

cekungan Sumatra Utara dan Jawa bagian Barat Utara.

VII. KESIMPULAN

Dari hasil analisis laboratorium yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil pengujian mengenai parameter “m” dan “n” terhadap batuan reservoir tidak memberikan angka yang absolut, tetapi masih dalam random hasil pengukuran yang dapat dikorelasikan dengan hasil pengujian terdahulu yang telah dilakukan oleh laboratorium-laboratorium pada umumnya.
2. Persamaan empiris yang telah dipublikasikan atau yang ada pada literatur, pada umumnya mempunyai penggunaan yang terbatas untuk bisa dipakai untuk batuan reservoir pada cekungan-cekungan di Indonesia.

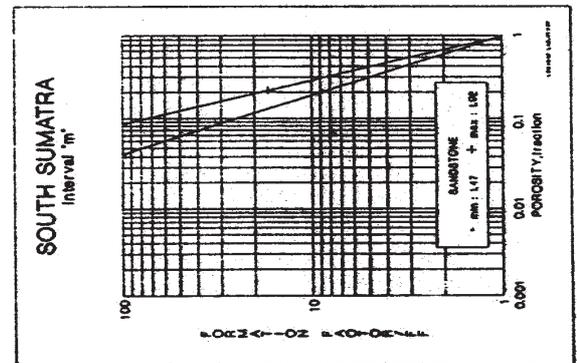
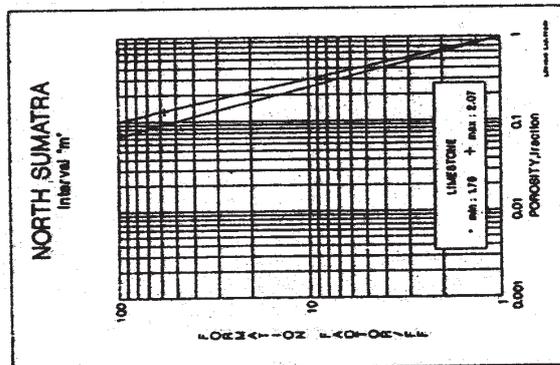
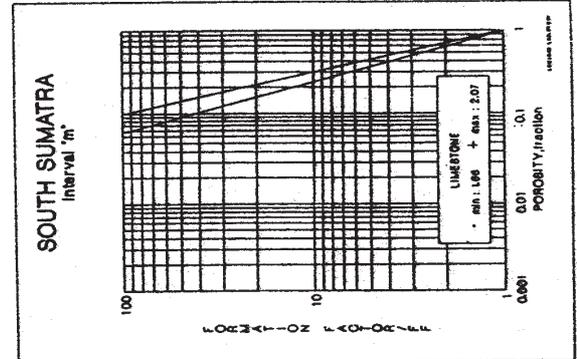
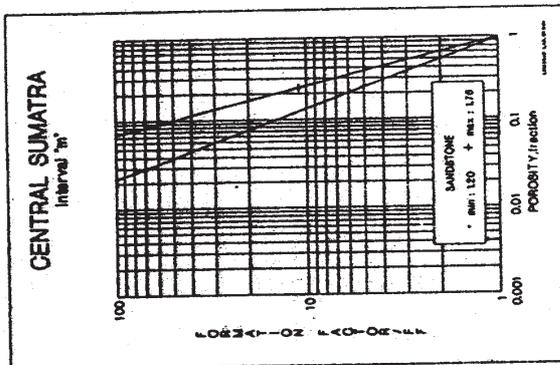
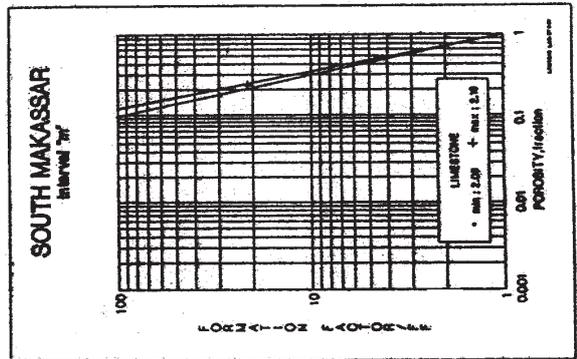
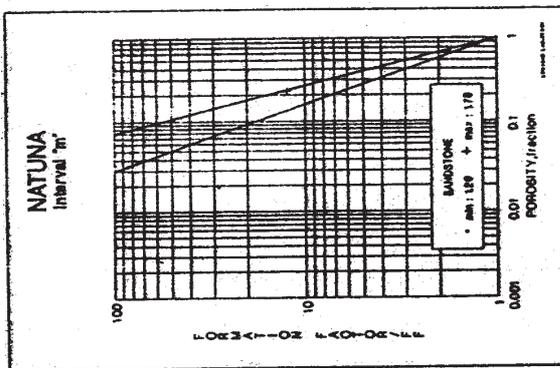
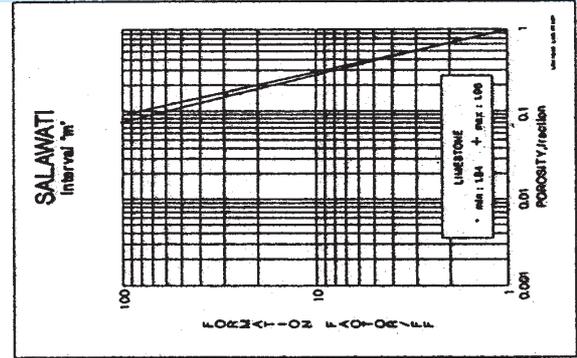
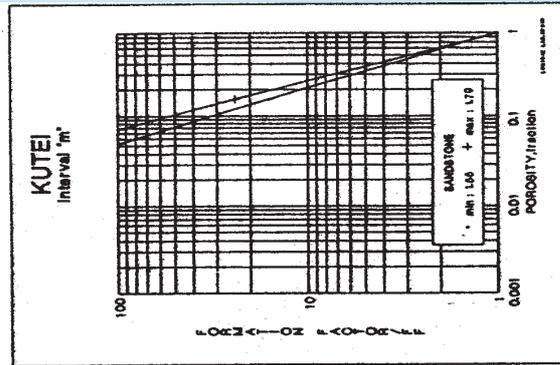
3. Hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan dalam studi ini dipertimbangkan lebih representatif bila dipakai untuk jenis batuan reservoir yang pada cekungan cekungan Indonesia.

KEPUSTAKAAN

1. Dresser Atlas : “Log Interpretation”. Technical Excellence.
2. Freeman.F (1979), “Oil Drilling and Associated Techniques” Schlumberger Inc.
3. Herlan. A (1992), ”Pengetahuan dasar Mekanika Reservoir”, Vol.II.
4. Herlan.A (1973), ”Petunjuk Analisa Laboratorium Sifat-sifat Petrofisik Batuan Reservoir”.
5. Marks. P : “Stratigraphic Lexicon of Indonesia”. Publikasi Keilmuan No. 31.
6. Schlumberger : “Log Interpretation Principles”. •

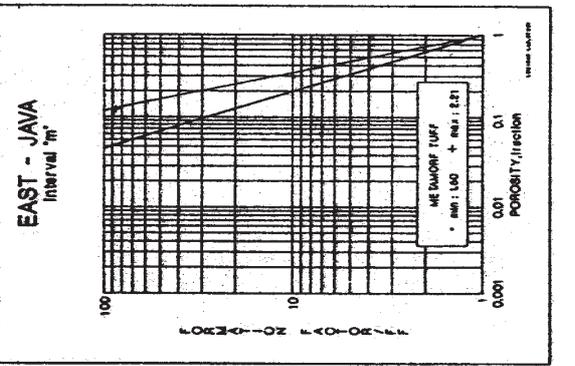
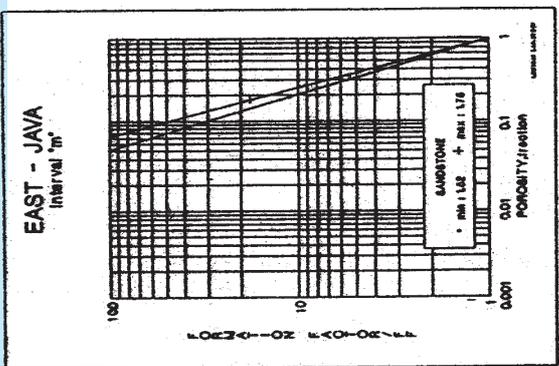
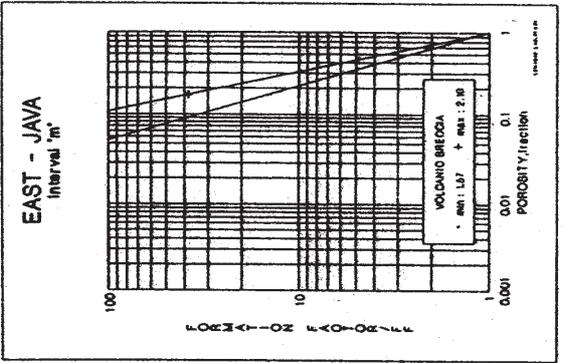
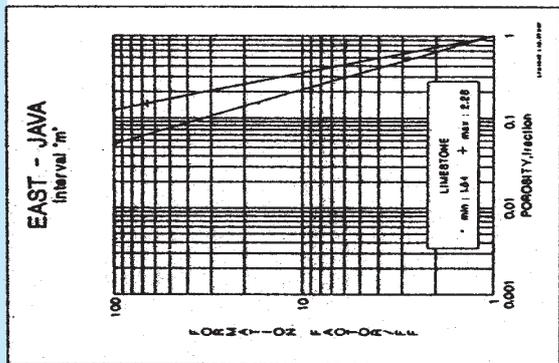
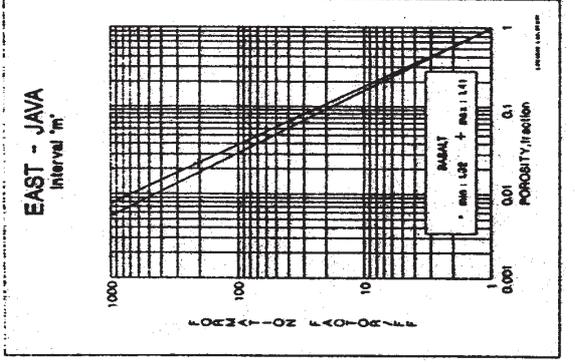
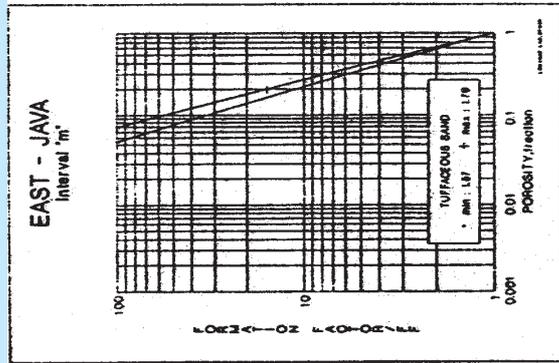
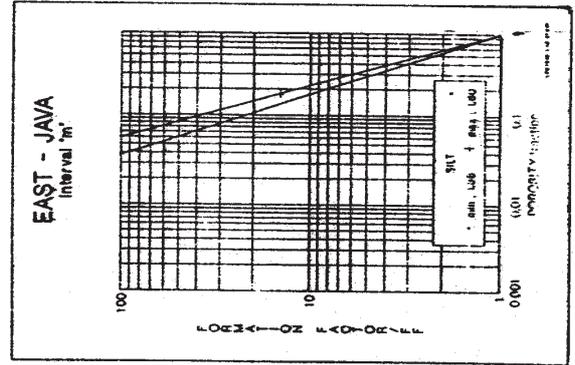
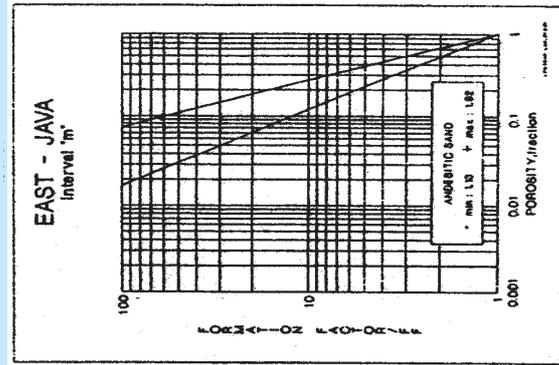


Lampiran A
Interval harga parameter faktor sementasi ("m") untuk tiap cekungan



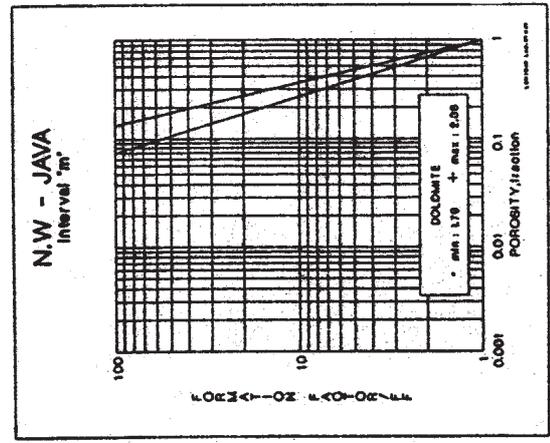
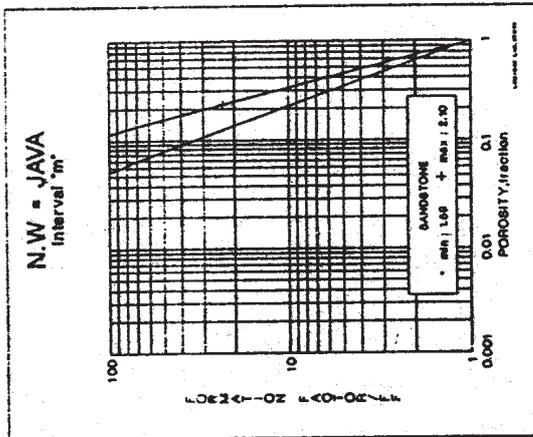
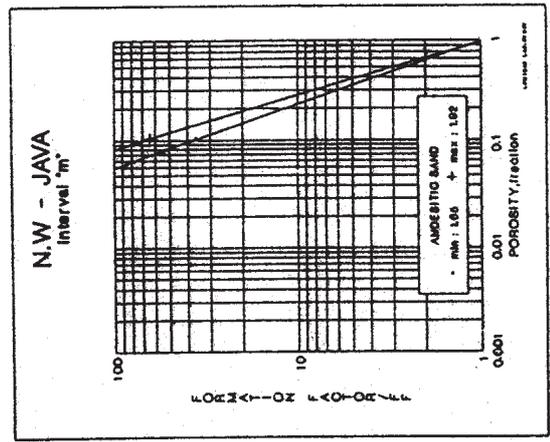
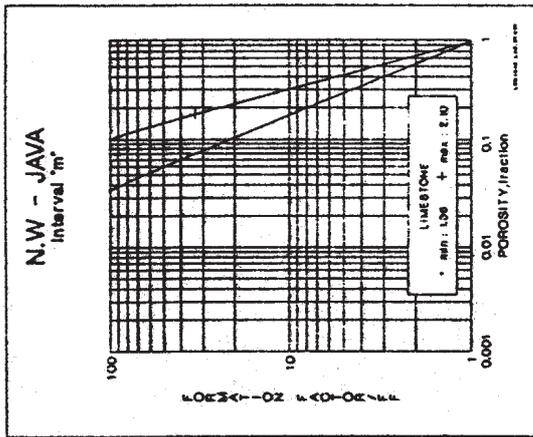
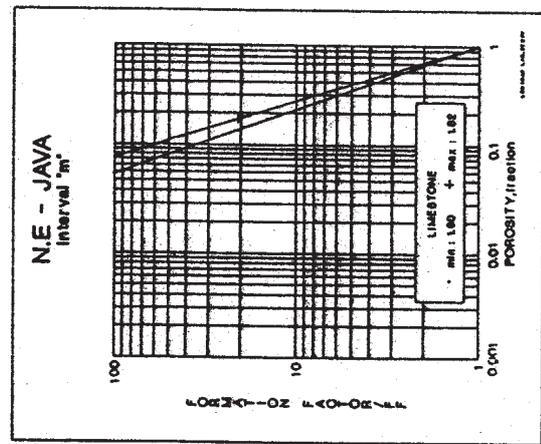
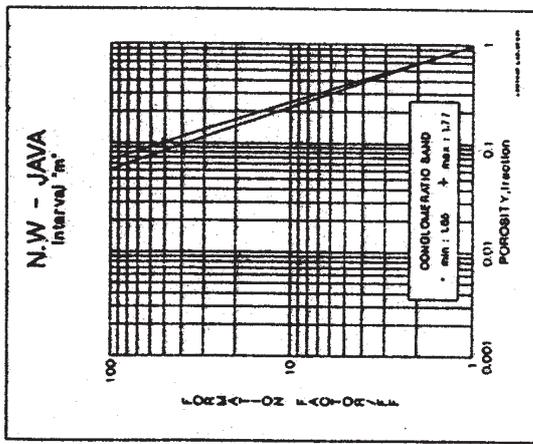


Lampiran A
Interval harga parameter faktor sementasi ("m") untuk tiap cekungan



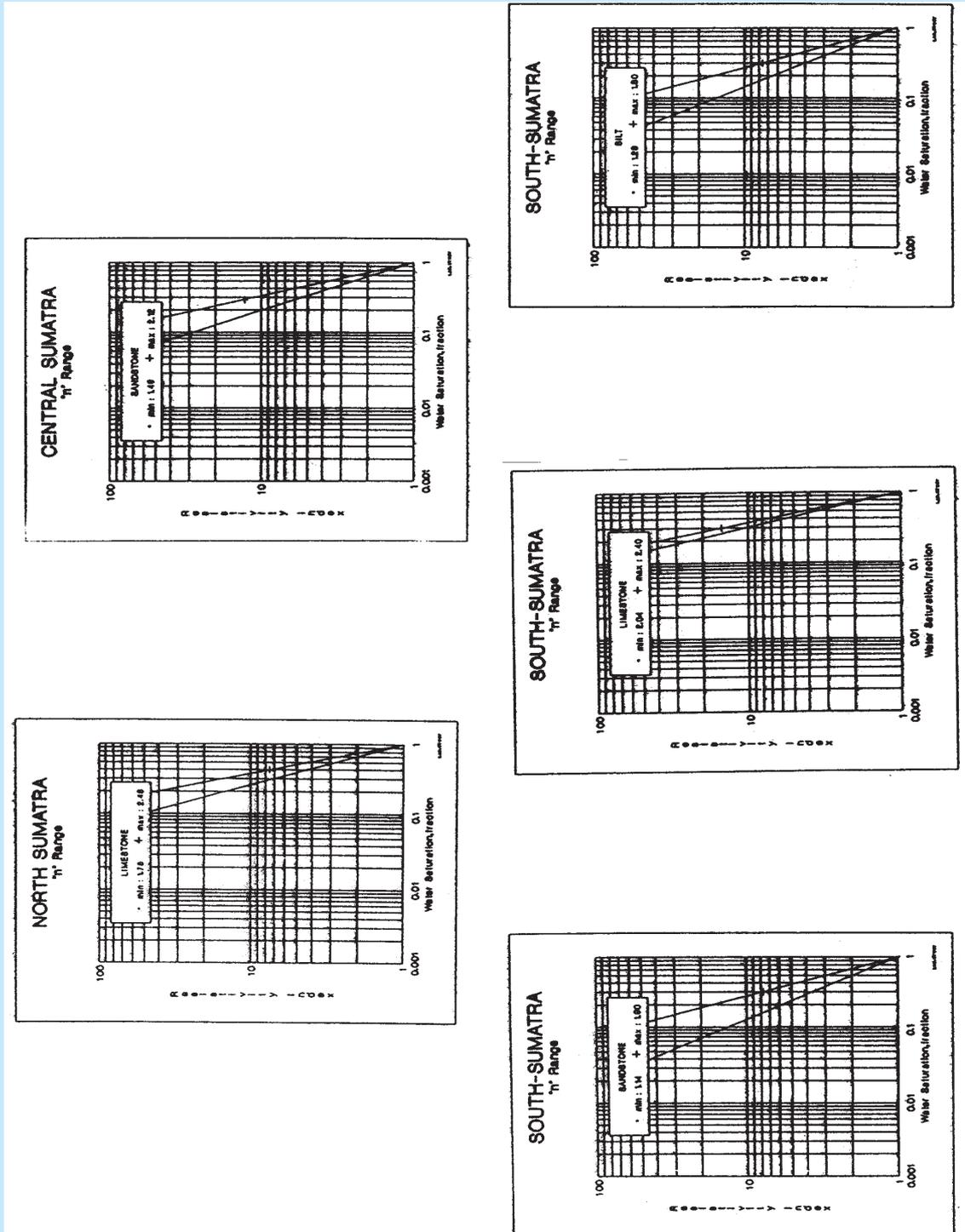


Lampiran A
Interval harga parameter faktor sementasi ("m") untuk tiap cekungan



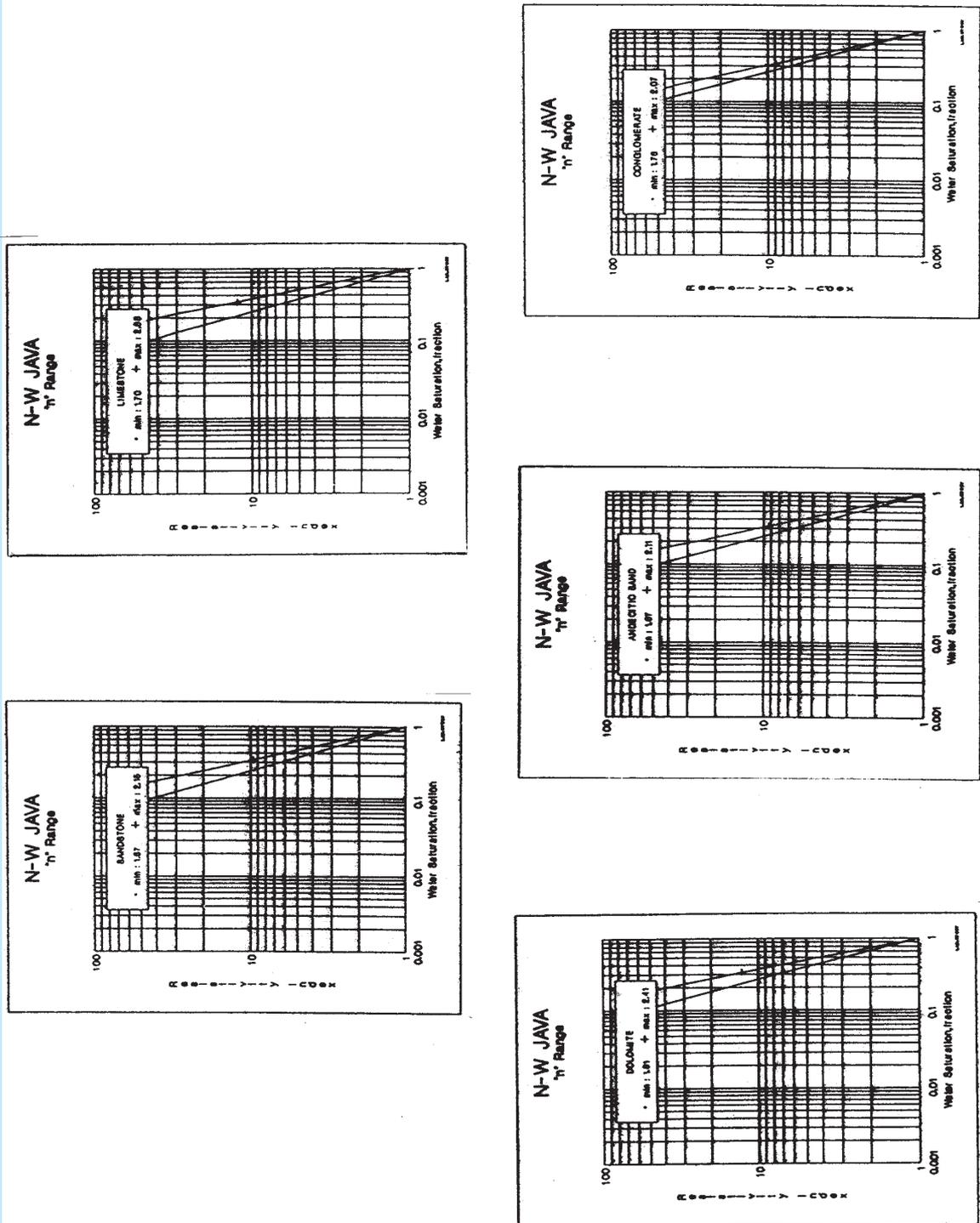


Lampiran B
Interval harga parameter exponen saturasi ("n") untuk tiap cekungan





Lampiran B
Interval harga parameter exponen "n" untuk tiap cCekungan





Lampiran B
Interval harga parameterexponen saturasi ("n") untuk tiap cekungan

