

PEMBINAAN DAN PENENTUKURAN MINIPERMEAMETER

Oleh:

Ahmad Kamal Idris
Azmi Mohd Arshad
Chong Chee Hou

*Jabatan Kejuruteraan Petroleum
Universiti Teknologi Malaysia
Kuala Lumpur*

Kertas kerja ini disediakan untuk dibentangkan dalam seminar penyelidikan FKKKSA
1993, anjuran JKPP, FKKKSA, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur,
23 -24 Jun 1993.

PEMBINAAN DAN PENENTUKURAN MINIPERMEAMETER

Abstrak

Suatu model minipermeameter telah direkabentuk dan dibina. Alat ini boleh digunakan untuk mengukur ketertelapan batuan atau lain-lain bahan porous dengan cepat, mudah dan tidak merosakkan.

Kertas kerja ini membincangkan konsep, rekabentuk pembinaan dan operasi minipermeameter. Ia dibina berdasarkan konsep bahawa pada tekanan masukan yang tetap, kadar alir adalah berkadar terus dengan ketertelapan. Pada suatu nilai tekanan tertentu, lebih telap sesuatu medium, lebih tinggilah kadar alir gas yang melaluinya. Minipermeameter ini ditentukur dengan menggunakan sampel batuan yang telah diketahui ketertelapannya. Dengan menggunakan graf tentukuran, ketertelapan bahan dengan mudah dapat ditentukan iaitu dengan mengukur kadar alir gas yang melalui bahan tersebut.

Pendahuluan

Ketertelapan menyatakan kemampuan sesuatu bahan porous untuk membenarkan bendalir mengalir melaluinya. Untuk batuan reserbor di mana terdapatnya minyak dan gas sifat ini sangat penting. Ia menentukan kemampuan sesuatu reserbor untuk mengalirkan minyak dan/atau gas. Ketertelapan bersifat anisotropi dan sifat batuan yang sangat heterogen menyebabkan nilai ketertelapan yang diperolehi berbagai-bagai. Antara cabaran yang dihadapi oleh ahli geologi dan jurutera reserbor adalah bagaimana untuk mendapatkan gambaran dan kuantifikasi yang tepat tentang agihan atau taburan ketertelapan dalam sesuatu reserbor.

Tujuan kajian ini adalah untuk merekabentuk dan membina sebuah permeameter yang berbentuk mini yang boleh digunakan untuk mengukur ketertelapan batuan dengan mudah dan cepat. Konsep yang digunakan adalah pada tekanan masukan yang tetap kadar alir berkadar terus dengan nilai ketertelapan. Tumpuan diberikan kepada merekabentuk proba yang boleh digunakan untuk sampel batuan yang terkonsolidat dengan permukaan yang rata.

Pengukuran Ketertelapan

Ketertelapan menyatakan muatan kunduktiviti sesuatu media dan dinyatakan dalam unit Darcy atau miliDarcy. Satu Darcy boleh ditakrifkan sebagai kemampuan sesuatu media untuk mengalirkan bendalir yang mempunyai kelikatan 1 cp, pada kadar alir 1 cc/saat melalui media dengan keratan rentas 1 cm² bila beza keupayaan sebesar 1 atm/cm diberikan kepada bendalir tersebut.¹ Persamaan Darcy boleh dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = \frac{KA\Delta P}{\mu L}$$

di mana:

- K = Ketertelapan, Darcy
- Q = Kadar alir, cc/saat
- ΔP = Perbezaan tekanan, atm
- A = Luas keratan rentas, cm²
- μ = Kelikatan bendalir, cp
- L = Panjang medium porous, cm.

Dari persamaan ini jelas bahwa pada tekanan yang tetap, kadar alir adalah berkadar terus terhadap ketertelapan dan menjadi asas dalam pembinaan minipermeameter. Jika sesuatu bahan tersebut padu atau tidak telap tidak ada aliran gas berlaku. Sebaliknya jika sesuatu media itu porous dan telap gas akan mengalir masuk. Lebih telap sesuatu bahan lebih tinggi pula kadar aliran gas yang melaluinya.

Ketertelapan batuan reserbor ditentukan dengan berbagai cara. Di makmal ketertelapan diukur dengan menggunakan permeameter atau meter ketertelapan. Untuk itu penerasan perlu dilakukan di mana sampel batuan perlu dipotong mengikut saiz tertentu. Lazimnya berbentuk silinder dengan diameter 1 inci atau 1.5 inci. Penerasan ini boleh menimbulkan masalah di mana mungkin terjadi gangguan pada struktur batuan atau masuknya bendalir ke dalam teras. Disamping itu diperlukan saiz teras tertentu untuk membolehkan pengukuran ketertelapan dilakukan. Pada asasnya pengukuran dilakukan dengan mengalirkan gas atau cecair melalui teras tersebut pada tekanan masuk tertentu dan kadar alirnya dicatatkan. Selanjutnya ketertelapan di hitung dengan menggunakan persamaan Darcy.

Rekabentuk dan Pembinaan Minipermeameter

Terdapat dua asas yang digunakan dalam merekabentuk minipermeameter. Konsep yang pertama adalah berdasarkan konsep pengukuran kadar alir pada perbezaan tekanan yang tetap.² Konsep ini sama sepertimana yang digunakan dalam permeameter biasa. Konsep kedua adalah berdasarkan pengukuran penurunan tekanan (pressure-decay). Berdasarkan konsep ini sejumlah gas dengan tekanan tertentu dihubungkan dengan proba. Bila proba ini ditekan pada permukaan batuan dan gas dibenarkan mengalir, tekanan dalam tangki akan menurun. Lebih tinggi ketertelapan sampel, lebih cepat pula kadar penurunan tekanan. Berdasarkan slope penurunan tekanan ini ketertelapan dapat dianggarkan.³

Minipermeameter yang direka dalam kajian ini adalah berdasarkan konsep yang pertama. Proba yang berfungsi sebagai penyalur gas ke dalam media perlu direkabentuk. Komponen utama proba yang dibina adalah seperti berikut (Lihat Gambarajah 1a dan 1b):-

1. Pemegang

Pemegang digunakan untuk menekan proba ke permukaan batuan. Proba mestilah berkedudukan tegak lurus dengan permukaan batuan supaya tidak terjadi kebocoran gas antara hujung proba dengan permukaan batuan (lihat gambarajah 2).

2. Spring

Spring dengan beban 50 psi digunakan untuk memastikan daya tekanan yang seragam diberikan pada proba untuk menekan permukaan batuan.

3. Muncung dan Cincin "O"

Muncung adalah bahagian hujung proba di mana gas mengalir keluar. Muncung ini boleh ditanggalkan dan jika perlu boleh ditukar dengan muncung lain yang berlainan saiz. Model yang dibina ini mempunyai ukuran saluran 1/8 inci. Pada hujung muncung ini dipasang cincin "O" terbuat dari getah yang digunakan untuk mengkedap ruang antara muncung dengan permukaan batuan.

Proba ini disambungkan kepada tolok tekanan (0 - 8 psig) yang seterusnya disambungkan kepada meteraliran yang mengukur kadar aliran gas. Tiga buah meteraliran digunakan, masing-masing mempunyai julat kadar alir seperti berikut:-

S - small - Kadar alir antara 2.8 - 48.7 ml/minit.

M - medium - kadar alir anantara 52 - 2040 ml/minit.

L - large - kadar alir antara 854 - 6318 ml/minit.

Selanjutnya meteraliran ini disambungkan kepada injap 5 pilihan yang digunakan untuk menyalurkan gas melalui salah satu dari meteraliran ini. Dari injap ini saluran disambungkan kepada satu lagi tolok tekanan dan selanjutnya kepada tabung gas nitrogen. Arah aliran gas dalam minipermeameter ditunjukkan dalam gambarajah 4.2, sementara gambarajah 4.1 menunjukkan gambarajah skematik prototaip minipermeameter.

Pengukuran

Semasa pengukuran dilakukan, gas nitrogen dialirkan dan keluar dari hujung proba masuk kedalam batuan. Geometri aliran gas di dalam batuan dianggapkan seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah 5.⁴ Kejutuhan tekanan yang tetap digunakan dan kadar alir gas diukur dengan meteraliran. Ketertelapan batuan ditentukan berdasarkan tekanan dan kadar alir yang dihasilkan. Kaedah pengukuran yang lebih lengkap dapat dilihat dalam laporan oleh Hou.⁵

Tentukuran

Tentukuran dilakukan dengan menggunakan sampel teras yang diketahui ketertelapannya. Dalam hal ini ketertelapan teras berukuran diameter 1 inci ditentukan dengan menggunakan meter ketertelapan "Ruska". Sampel teras yang digunakan dipilih dari sampel yang relatif homogen iaitu baupasir Berea dan juga teras buatan yang dibuat dari campuran resin dan pasir pantai.⁶ Selanjutnya teras-teras ini digunakan untuk mengukur kadar alir gas yang boleh melaluinya dengan menggunakan minipermeameter yang dihasilkan. Paling sedikit 3 kali pengukuran dilakukan untuk satu sampel.

Keputusan dan Perbincangan

Model minipermeameter yang telah direkabentuk ini mampu mengukur ketertelapan sampel batuan terkonsolidat dengan syarat permukaan batuan tersebut rata. Dari kerja penentukuran telah diperolehi plot ketertelapan terhadap kadar alir gas pada tekanan masuk tertentu. Gambarajah 6 menunjukkan plot nilai ketertelapan dari meter ketertelapan "Ruska" terhadap purata kadar alir dari minipermeameter untuk setiap sampel teras pada tekanan masuk 0.5 psig. Tekanan masuk yang rendah digunakan untuk memastikan aliran yang terjadi adalah laminar.

Kesimpulan

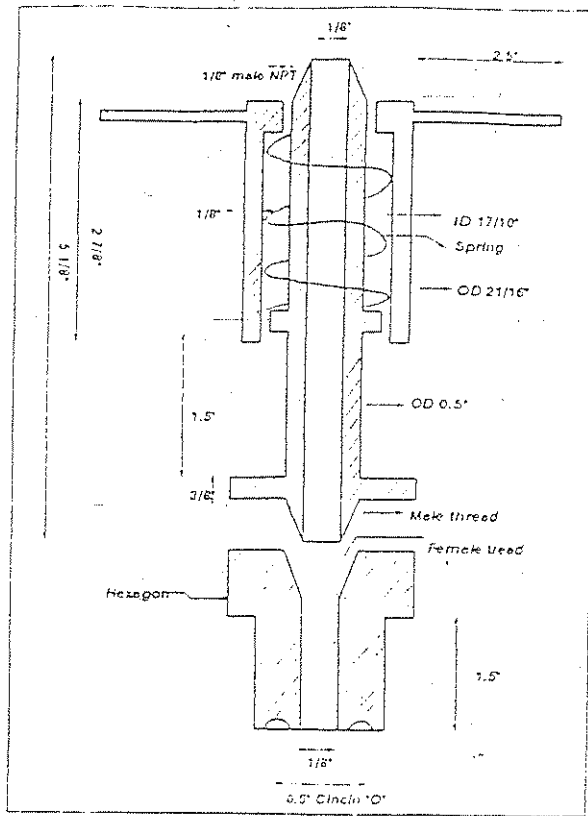
1. Minipermeameter berasaskan pengukuran kadar aliran gas pada tekanan masukan yang tetap telah dapat dihasilkan dan boleh digunakan untuk mengukur ketertelapan batuan dengan mudah dan tidak merosak.
2. Masa pengukuran adalah relatif singkat dibandingkan dengan permeameter lazim dan tidak memerlukan kerja penerasan batuan.
3. Rekabentuk proba yang kecil membolehkan pengukuran dilakukan berulang kali ke atas sesuatu permukaan dan purata ketertelapan boleh ditentukan.
4. Rekabentuk hujung proba merupakan faktor yang kritikal dalam menentukan sama ada sesuatu minipermeameter itu mampu memberikan bacaan yang tepat dan konsisten. Hujung proba mestilah mampu mengkedap ruang antara proba dengan permukaan batuan.

Penghargaan

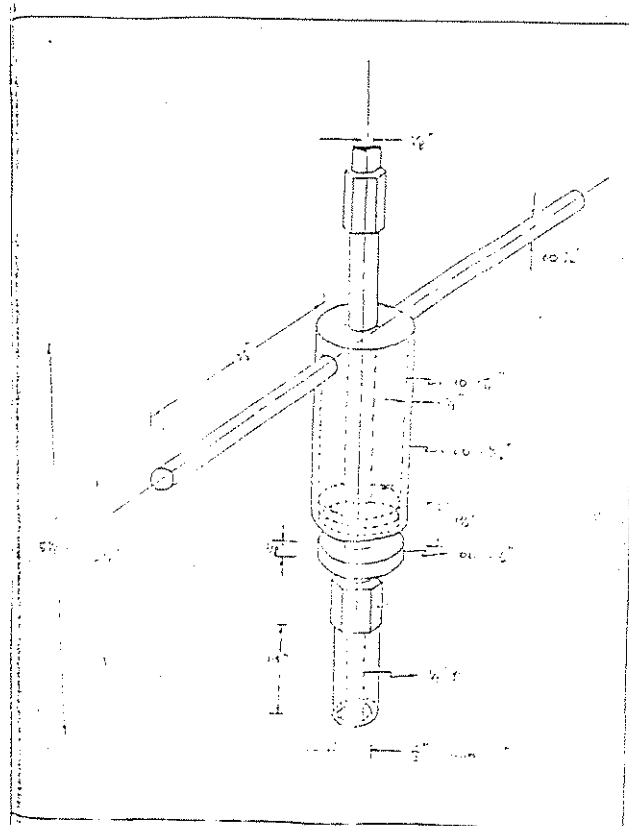
Kami berterimakasih kepada para juruteknik Jabatan Kejuruteraan Petroleum, terutamanya Sdr. Abu Samah Nasir, Sdr. Roslan Jas, dan Sdr. Arshad Abu Hassan yang turut membantu kerja-kerja penyelidikan ini. Juga kepada pihak UPP, UTM yang membiayai projek ini.

Rujukan

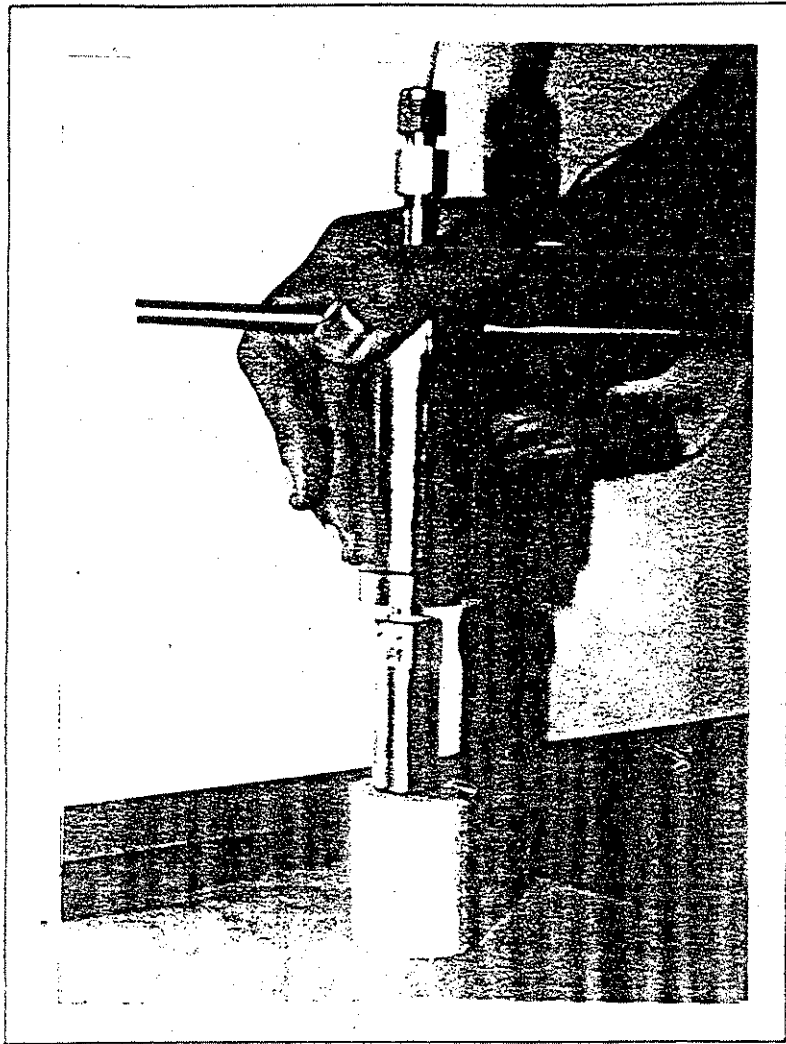
1. Amyx, J.W., Bass Jr., D. M. dan Whiting, R.L.: "Petroleum Reservoir Engineering, Physical Properties," McGraw Hill, New York, 1960, 64 -100.
2. Eijpe, R. dan Waber, K.J.: "Mini-permeameters for consolidated Rock and Unconsolidated Sand," AAPG Bul. 55, No.2(1979), 307-9.
3. Jones, S.C.: "The Profile Permeameter -- A New, Fast, Accurate Minipermeameter," SPE Paper 24757, presented at the Annual SPE Conference and Exhibition, 1992.
4. Daltaban, T.S., Lewis J.J.M. dan Archer, F.S.: "Field Minipermeameter Measurement - Their Collection and Interpretation," Proc. The Fifth European Symposium on Improved Oil Recovery, Budapest, 1989, 671-682.
5. Hou, C.C.: "Merekabentuk Minipermeameter," Projek Sarjana Muda Kejuruteraan Petroleum, Universiti Teknologi Malaysia, 1993.
6. Heng, S.S.: "Pembinaan Teras Buatan Dengan Menggunakan Resin," Projek Sarjana Muda Kejuruteraan Petroleum, Universiti Teknologi Malaysia, 1993.



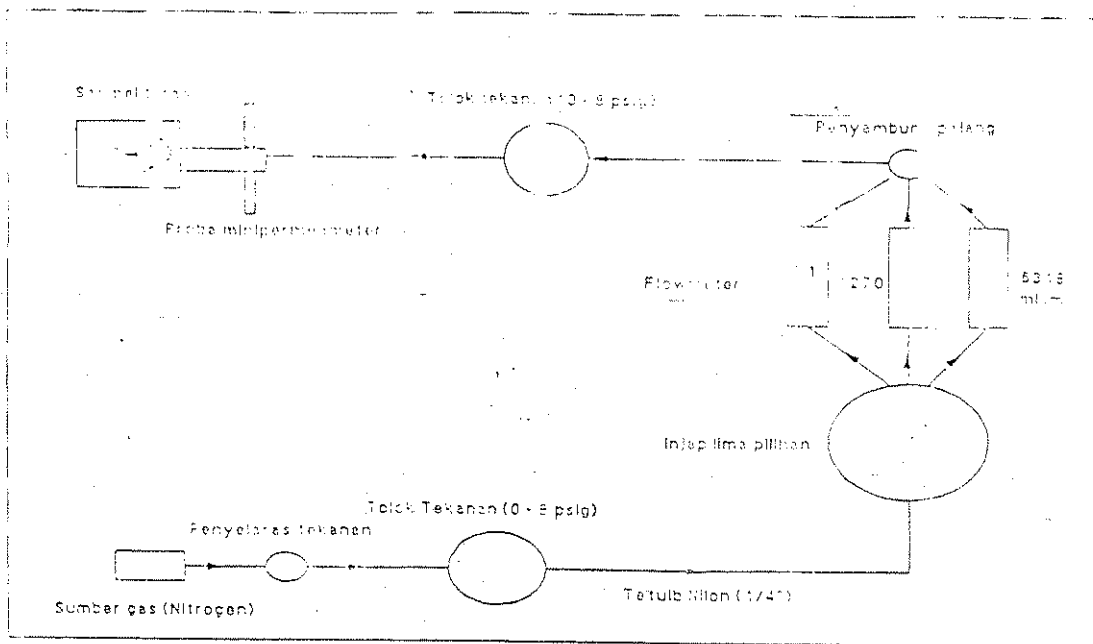
Gambarajah Ia : Keratan Rentas Proba Minipermeameter



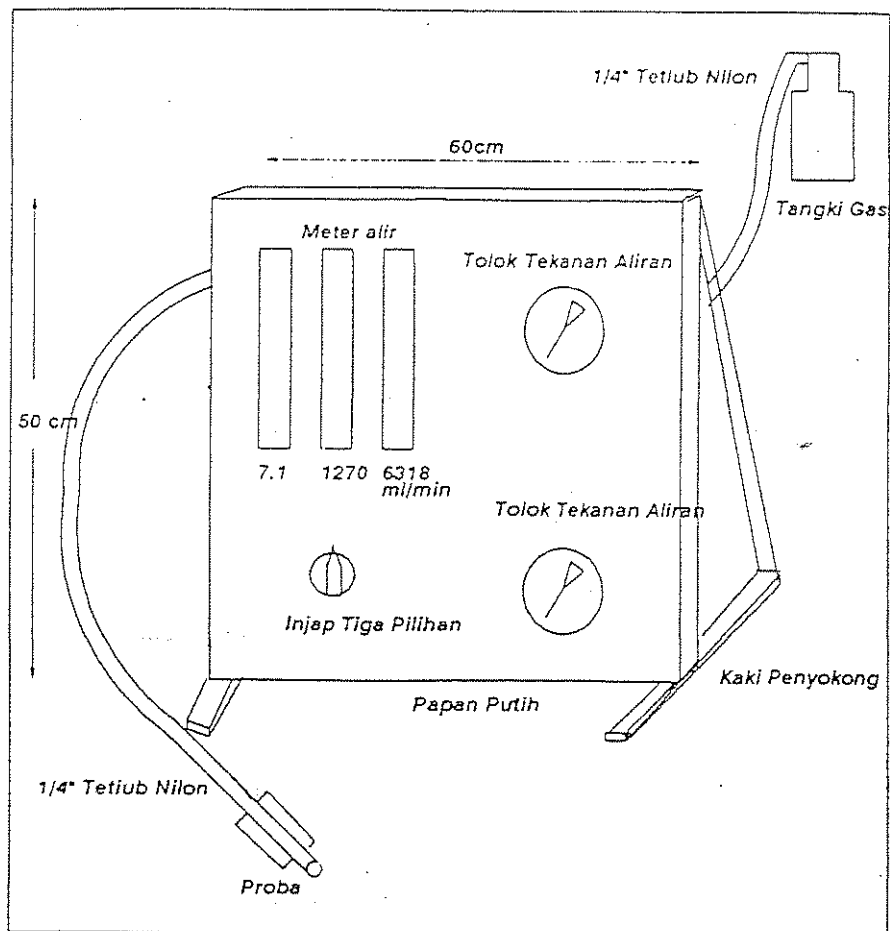
Gambarajah Ib : Lukisan 3 Dimensi Proba Minipermeameter Menunjukkan Saiz Setiap Komponen



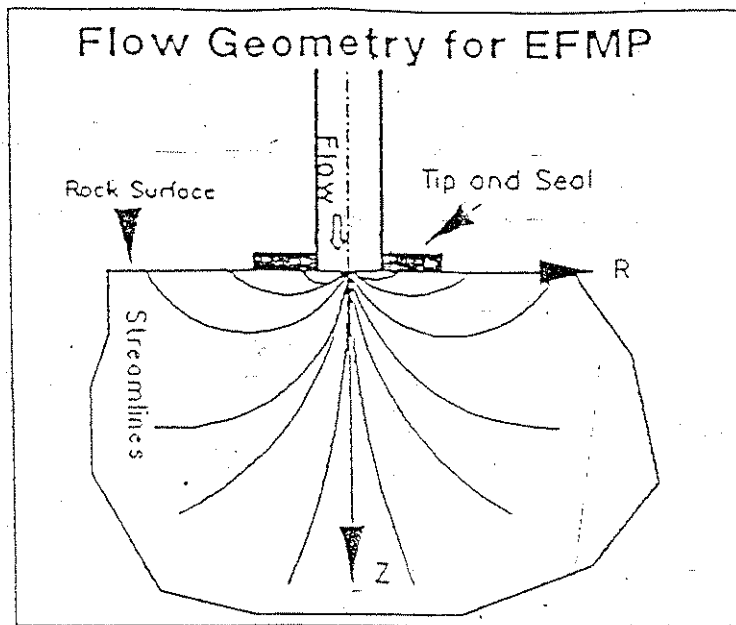
Gambarajah 2 : Gambarfoto Menunjukkan Proba
Sedang Digunakan Untuk Mengukur
Ketertelapan Teras.



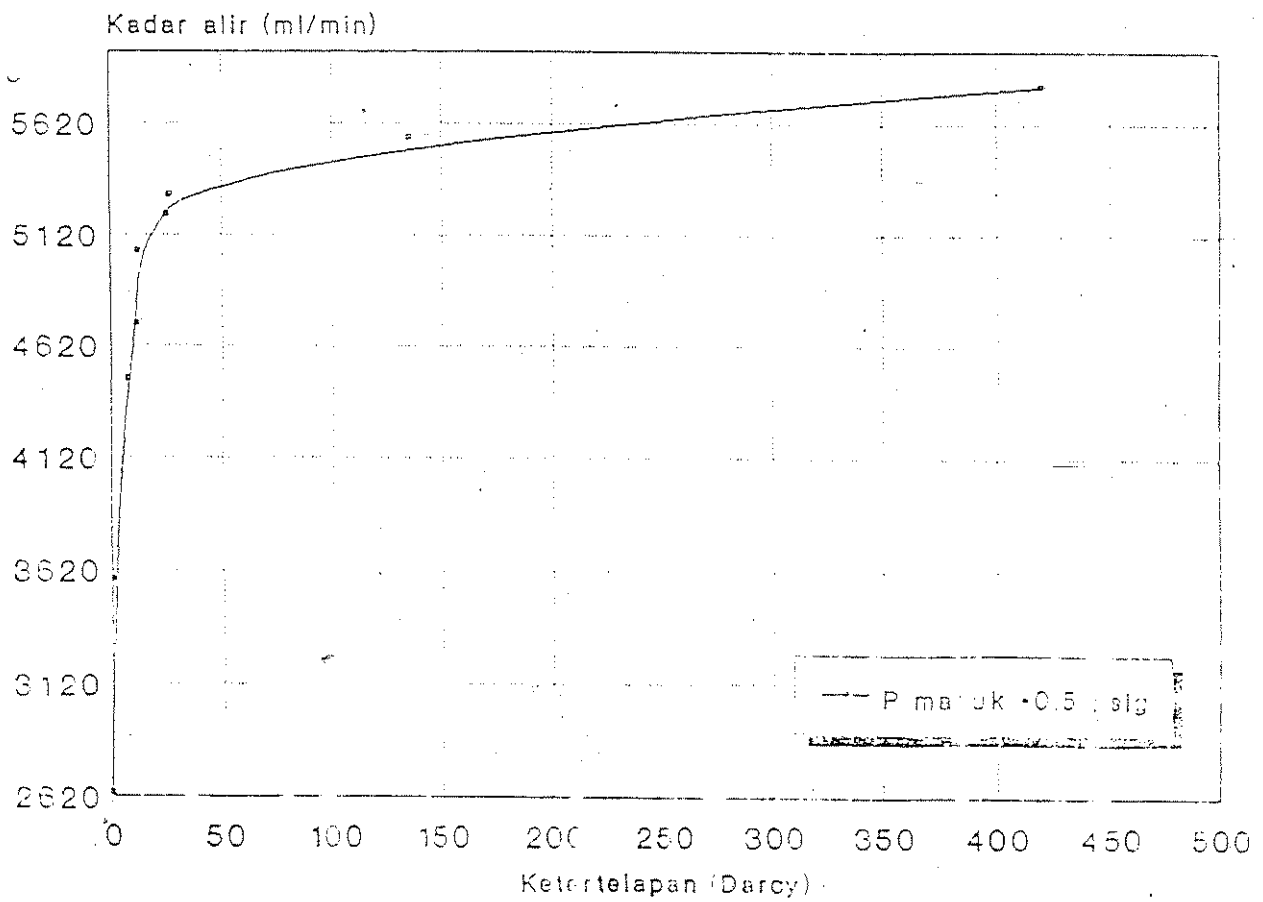
Gambarajah 3 : Menunjukkan Komponen Utama Minipermeameter dan Arah Aliran Gas Dari Tabung Gas Ke Proba.



Gambarajah 4 : Gambarajah Skematik Model Minipermeameter.



Gambarajah 5: Contoh Gambaran Geometri Aliran Gas Melalui Sampel Batuan 4.



Gambarajah 6: Contoh Graf Penentuan Minipermeameter Plot Kadar Aliran Gas Terhadap Ketertelapan.