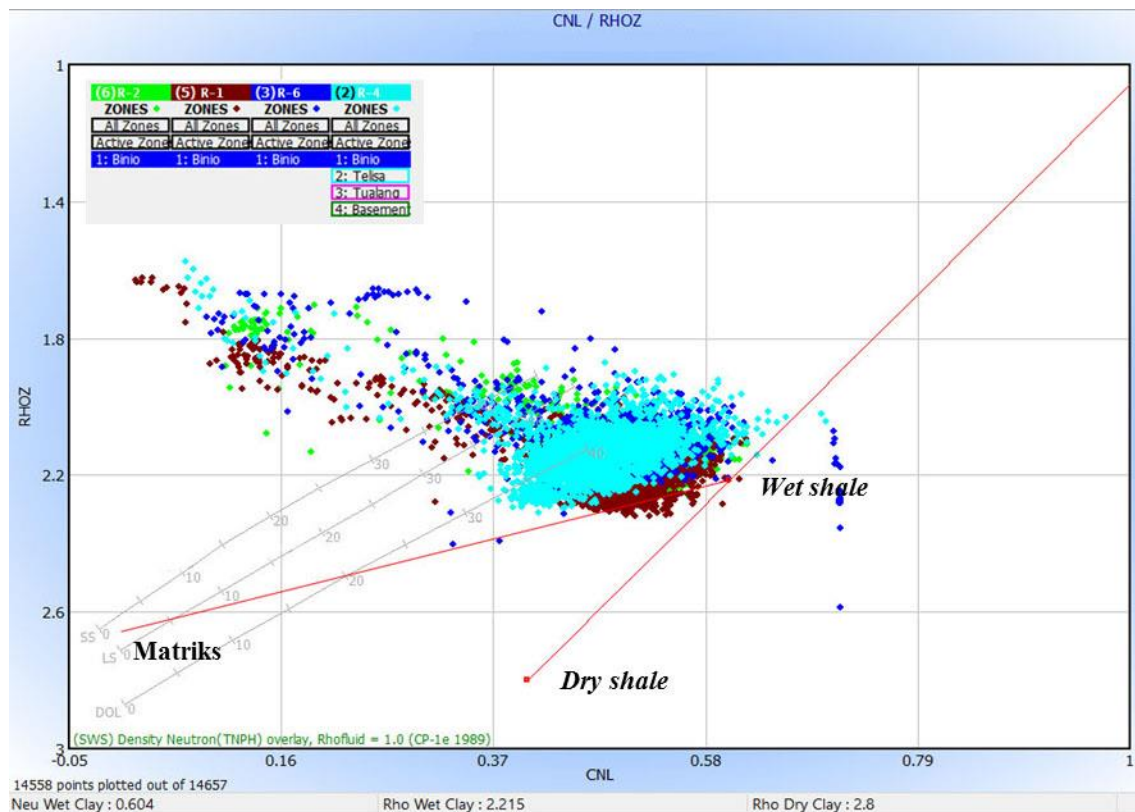
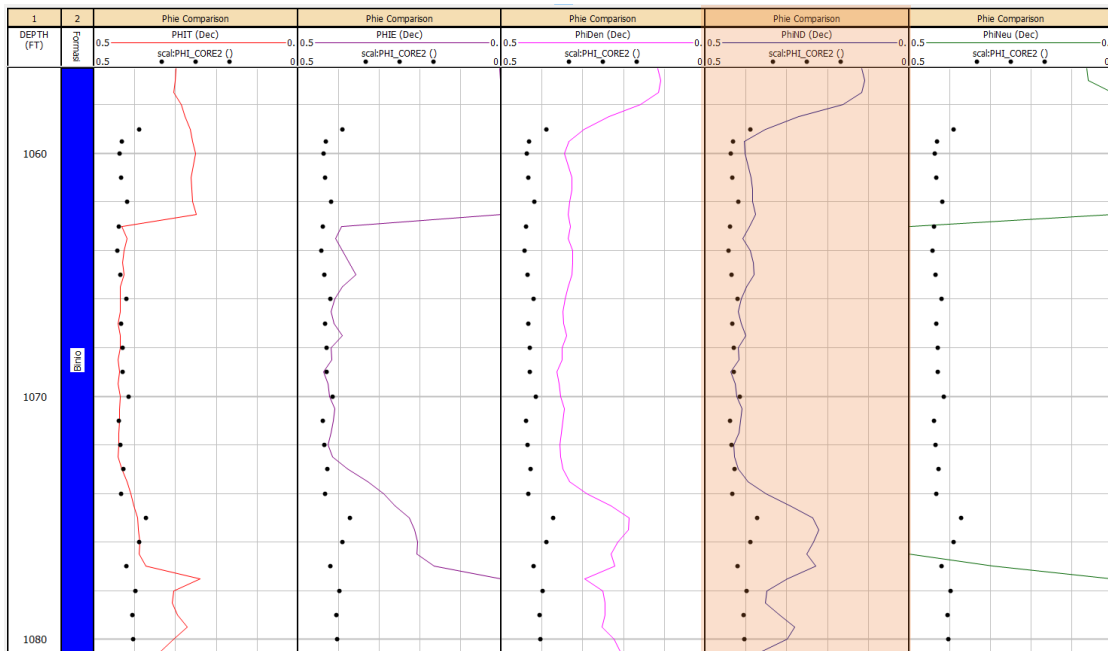


ditentukan sebesar  $2.8 \text{ gr/cm}^3$ . Nilai densitas *wet shale* yang didapatkan dari analisis plot silang antara log densitas dengan log porositas neutron adalah  $2.215 \text{ gr/cm}^3$ .



Gambar III.4 Grafik plot silang log porositas neutron dengan log densitas.

Gambar III.5 menunjukkan perbandingan hasil perhitungan porositas pada sumur R-6 dengan tiga metode berbeda, yaitu log densitas, log neutron-densitas, dan log neutron. Ketiga metode tersebut kemudian divalidasi dengan data porositas hasil uji laboratorium pada sumur R-6 yang ditunjukkan dengan lingkaran berwarna hitam. Berdasarkan hasil tersebut, hasil perhitungan porositas dengan metode log neutron-densitas mendekati data hasil uji laboratorium. Nilai porositas inilah yang akan digunakan untuk melakukan perhitungan cadangan hidrokarbon di tempat.



Gambar III.5 Hasil perhitungan porositas pada sumur R-6 serta validasi dengan data porositas hasil uji SCAL (lingkaran hitam).

### c. Saturasi air ( $S_w$ )

Pada penelitian ini, perhitungan saturasi air dilakukan dengan menggunakan persamaan *modified Simandoux*. Persamaan *modified Simandoux* dipilih karena reservoir batupasir pada interval penelitian bersifat *shaly sand*. Selain itu, nilai salinitas air pada Formasi Binio dari sumur R-3 menunjukkan bahwa air formasinya bersifat *saline* sehingga persamaan yang tepat untuk digunakan adalah *modified Simandoux*.

Terdapat dua tahapan yang harus dilakukan dalam menentukan nilai saturasi air, yaitu penentuan resistivitas air formasi ( $R_w$ ) dan perhitungan nilai saturasi air ( $S_w$ ).

#### - Penentuan resistivitas air formasi ( $R_w$ )

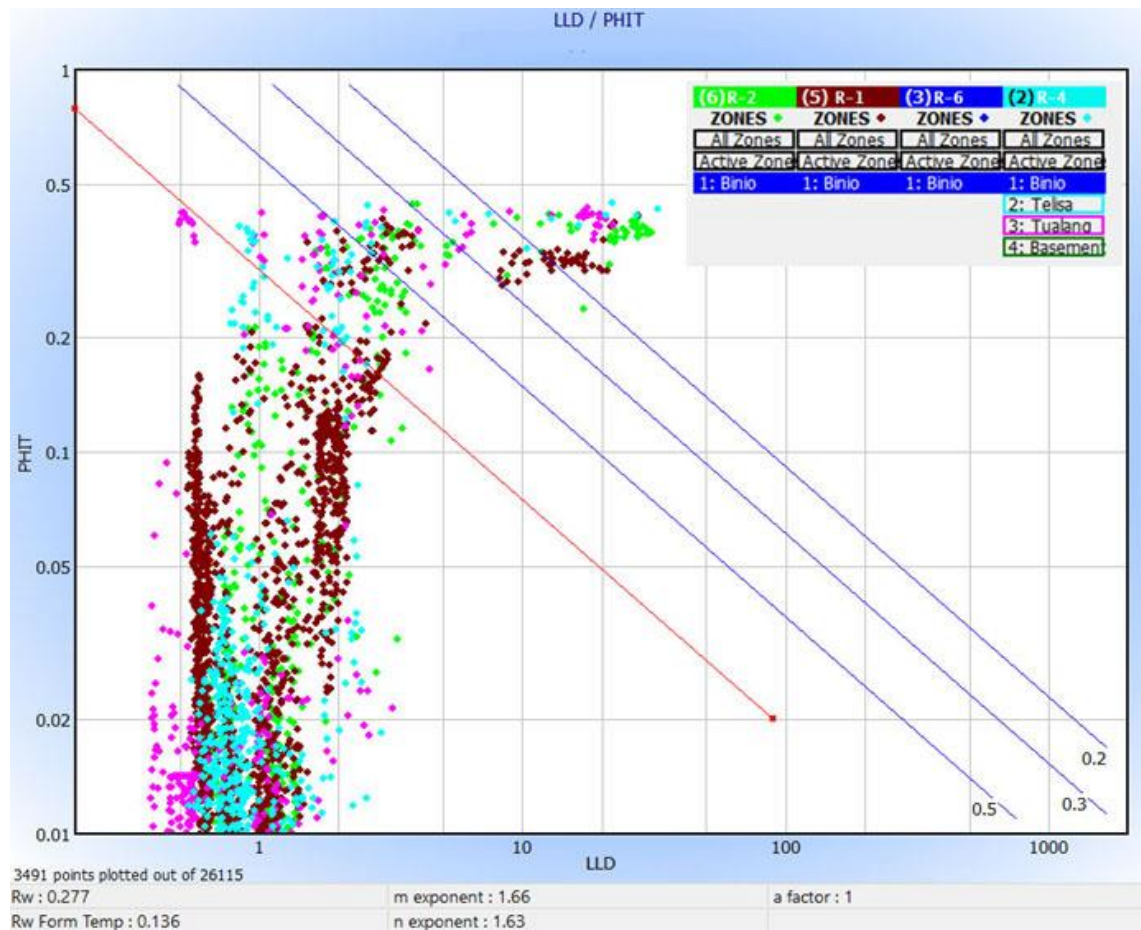
Resistivitas air formasi ( $R_w$ ) merupakan salah satu parameter yang harus ditentukan karena merupakan input dalam perhitungan saturasi air. Terdapat berbagai metode dalam penentuan  $R_w$ , yaitu metode rasio, metode  $R_{wa}$ , metode *self-potential* (SP), metode *pickett plot*, dan metode *formation water test*. Pada analisis ini, perhitungan

Rw akan dilakukan dengan metode *pickett plot*. Hasil nilai Rw dari metode *pickett plot* kemudian divalidasi dengan nilai Rw dari data hasil uji SCAL pada sumur R-6.

Metode *pickett plot* merupakan metode yang didasari bahwa *true resistivity* ( $R_t$ ) merupakan fungsi dari porositas ( $\phi$ ), saturasi air ( $S_w$ ), dan faktor sementasi ( $m$ ). Metode ini dilakukan dengan cara membuat plot silang antara nilai *deep resistivity* (LLD) dan nilai porositas total (PHIT). Dari metode *pickett plot* ini nantinya akan didapatkan nilai resistivitas air formasi ( $R_w$ ), faktor turtuositas ( $a$ ), dan faktor sementasi ( $m$ ).

Penentuan nilai  $R_w$  dengan metode *pickett plot* dilakukan pada Formasi Binio menggunakan data *deep resistivity* (LLD) dan data porositas total (PHIT). Garis  $S_w = 100\%$  diletakkan pada posisi dimana titik-titik di sebelah kanan garis  $S_w = 100\%$  merupakan hidrokarbon, sedangkan titik-titik di sebelah kiri garis  $S_w = 100\%$  merupakan air. Penentuan posisi garis  $S_w = 100\%$  ini dilakukan dengan menandai interval-interval keterdapatan hidrokarbon dari data tes sumur dan memperhatikan keterdapatan *crossover* log neutron dengan log densitas yang mengindikasikan keterdapatan hidrokarbon.

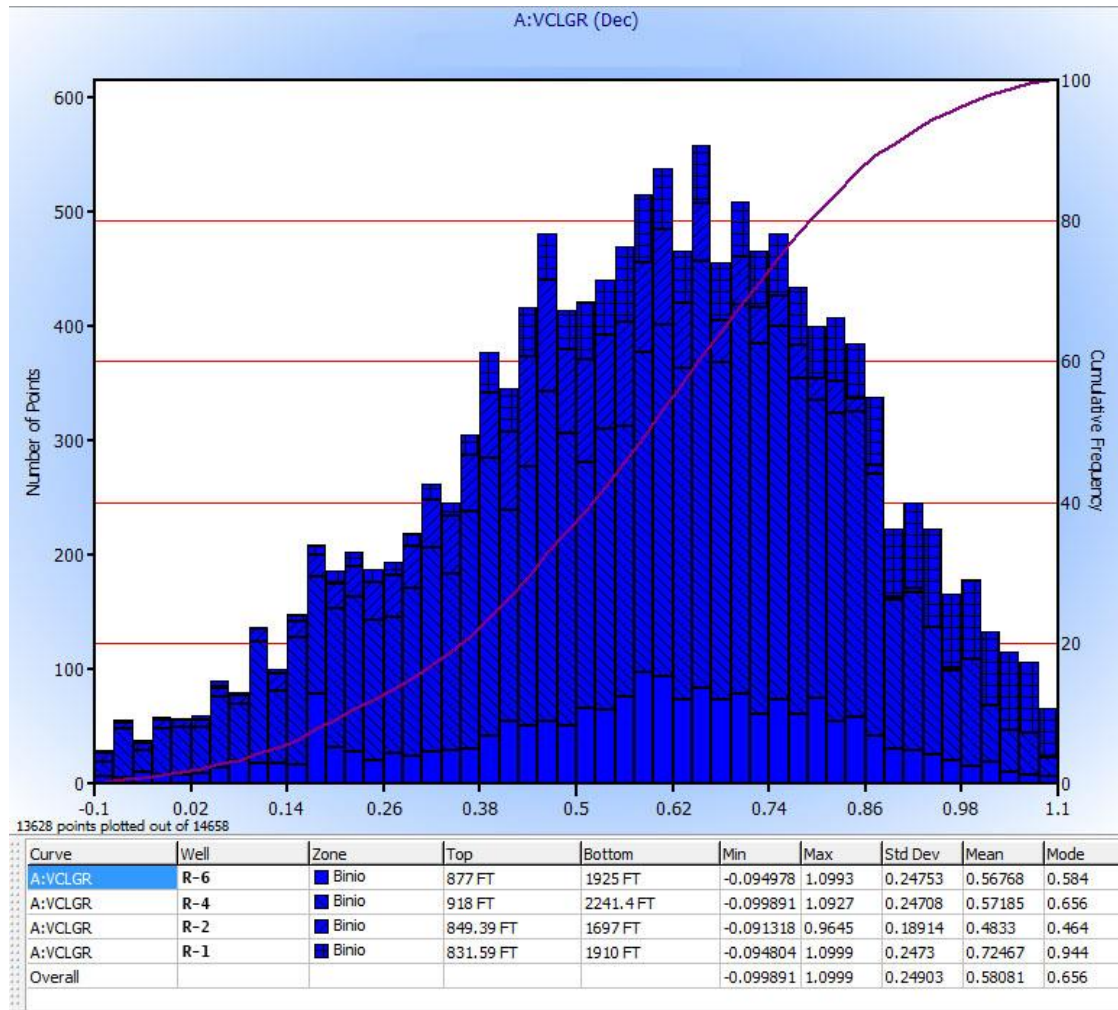
Berdasarkan metode *pickett plot* pada Gambar III.6, didapatkan nilai  $R_w$  sebesar 0.277. Hasil penentuan  $R_w$  dari metode *pickett plot* selanjutnya divalidasi dengan data SCAL dari sumur R-6. Berdasarkan data hasil uji SCAL, nilai  $R_w$  pada interval penelitian bernilai 0.277 ohmm. Nilai  $R_w$  hasil *pickett plot* menunjukkan hasil yang sangat mirip dengan nilai  $R_w$  dari data hasil uji SCAL sehingga nilai  $R_w$  hasil metode *pickett plot* tervalidasi dengan baik. Untuk penentuan nilai faktor resistivitas formasi, angka  $a$ ,  $m$ , dan  $n$  diambil dari data hasil uji SCAL dengan nilai  $a$  sebesar 1, nilai  $m$  sebesar 1.66, dan nilai  $n$  sebesar 1.63.



Gambar III.6 Penentuan nilai  $R_w$  dengan *Pickett plot* (plot silang antara resistivitas sebenarnya dengan porositas total).

- Perhitungan nilai saturasi air ( $S_w$ )

Perhitungan nilai saturasi air ( $S_w$ ) akan dilakukan dengan menggunakan persamaan *modified Simandoux*. Persamaan *modified Simandoux* dipilih karena reservoir pada interval penelitian termasuk dalam kategori *shaly sand*. Menurut Crain (1976), litologi batupasir akan digolongkan sebagai *clean sand* apabila memiliki kandungan  $V_{sh} < 0.1$  dan akan digolongkan sebagai *shaly sand* apabila memiliki kandungan  $V_{sh} > 0.1$ . Gambar III.7 menunjukkan bahwa interval penelitian memiliki kandungan  $V_{sh}$  rata-rata sebesar 0.5808 sehingga digolongkan sebagai kategori *shaly sand*.



Gambar III.7 Histogram nilai volume serpih (Vsh) pada Formasi Binio

Pada interval penelitian ini, penentuan nilai saturasi air dilakukan dengan mengkombinasikan log porositas dengan log resistivitas ( $R_t$  yang merupakan bacaan resistivitas dalam dan  $R_w$  yang merupakan nilai parameter resistivitas air formasi), serta membutuhkan beberapa faktor formasi seperti faktor turtuositas ( $a$ ), faktor sementasi ( $m$ ), dan eksponen saturasi ( $n$ ) yang telah ditentukan pada pembahasan sebelumnya. Dari persamaan *modified Simandoux*, parameter yang belum diidentifikasi adalah  $R_{sh}$  (resistivitas serpih) yang merupakan bacaan log  $R_t$  pada zona dengan kandungan serpih hampir 100%. Penentuan nilai  $R_{sh}$  dilakukan dengan melakukan regresi plot silang nilai resistivitas dalam dengan volume serpih pada zona dengan

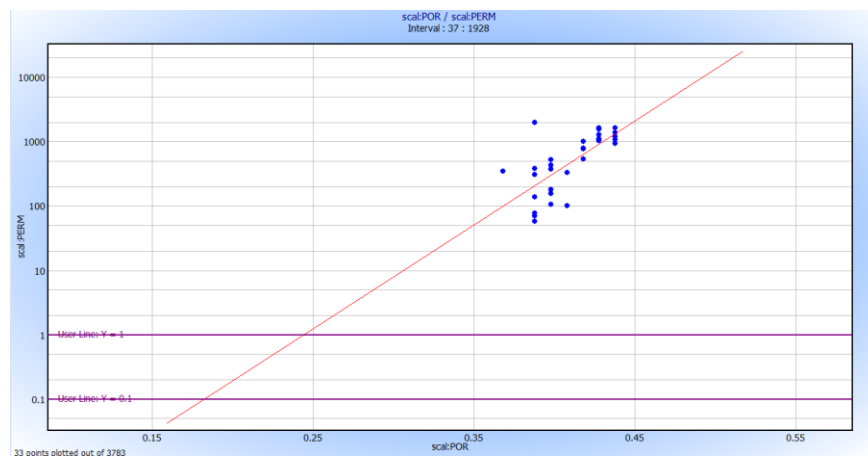
kandungan serpih hampir 100%. Berdasarkan hasil regresi tersebut, ketika volume serpih bernilai 1 nilai resistivitas dalamnya adalah 0.9. Nilai inilah yang dipakai sebagai  $R_{sh}$  dalam perhitungan nilai saturasi air.

d. Analisis harga pancung (*cut off*)

Setelah dilakukan perhitungan properti petrofisika berupa volume serpih, porositas, dan saturasi air, dilakukan penentuan harga pancung sebagai batas ambang interval reservoir untuk dapat diperhitungkan sebagai zona *pay*. Penentuan harga pancung dilakukan pada ketiga properti petrofisika, yaitu volume serpih, porositas, dan saturasi air.

- Harga pancung porositas

Analisis harga pancung porositas dilakukan menggunakan plot silang antara data porositas dan permeabilitas dari sumur yang memiliki data porositas dan permeabilitas hasil uji SCAL (Gambar III.8). Harga pancung ditentukan oleh perpotongan garis regresi (porositas dan permeabilitas) dengan harga permeabilitas terkecil dimana gas masih dapat mengalir (0.1 mD) (Rukmana, 2005). Pada penelitian ini, data porositas dan permeabilitas yang digunakan pada plot silang tersebut berasal dari data hasil uji SCAL pada sumur R-6. Berdasarkan metode tersebut, didapatkan harga pancung porositas untuk gas sebesar 0.18 (v/v).



Gambar III.8 Grafik plot silang antara porositas dengan permeabilitas menggunakan data hasil uji SCAL pada sumur R-6.