

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

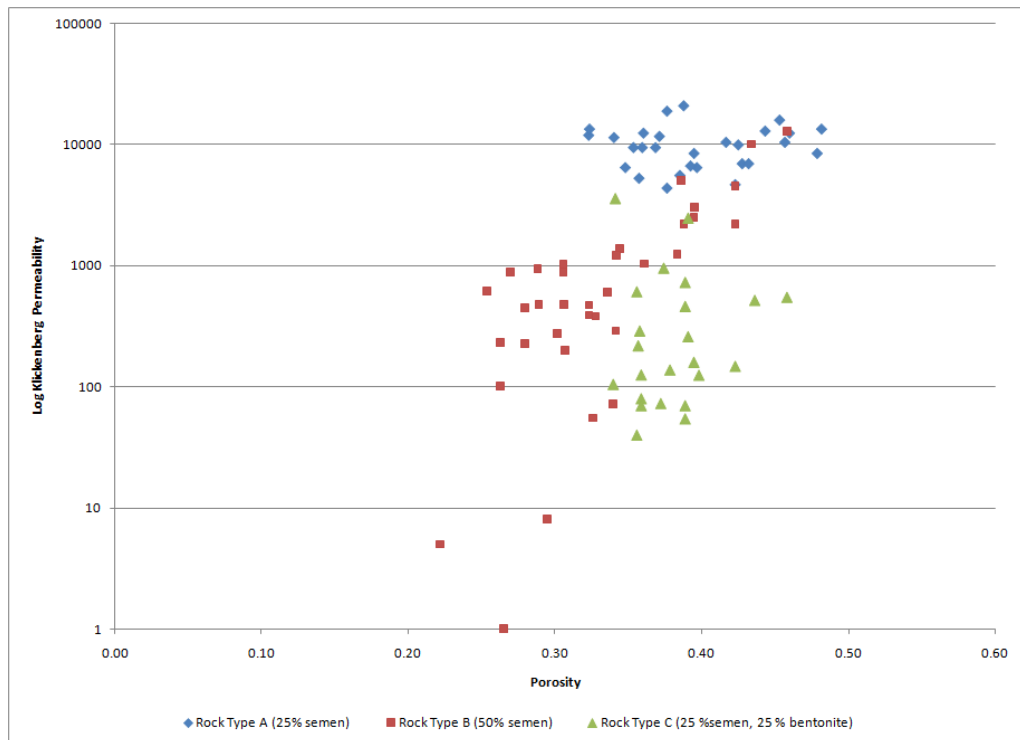
4.1. Variabel Pembanding : Rock Typing Berdasarkan Hubungan Porositas dan Permeabilitas

Fokus utama dalam penelitian ini adaah analisis metode *rock typing*, khususnya terkait dengan pengelompokan *lithofacies*, berdasarkan data-data dari gelombang sonik. Hasil analisis tersebut akan dibandingkan dengan metode *rock typing* berdasarkan hubungan antara porositas dan permeabilitas yang biasa digunakan untuk membedakan facies dari batuan penyusun formasi.

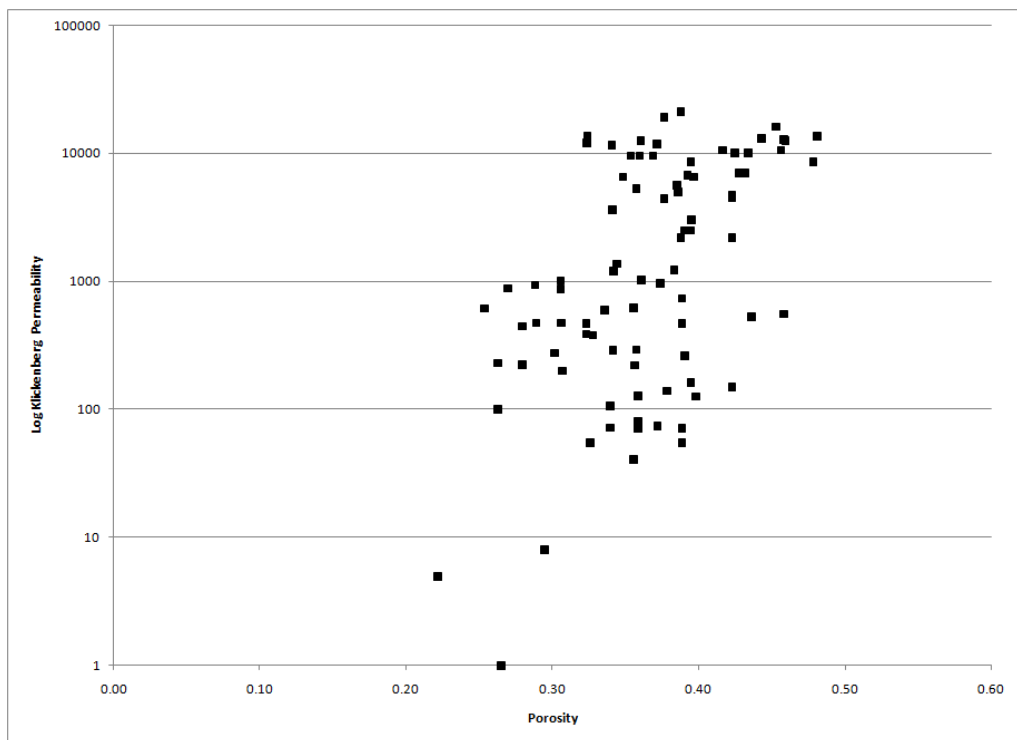
Dari 108 sampel core yang dibuat, 13 diantaranya mengalami kerusakan sehingga hanya 95 core yang dapat dilakukan pengukuran porositas dan permeabilitas. Data lengkap hasil pengukuran porositas dan permeabilitas ditunjukkan pada Lampiran B. Dari data hasil pengukuran porositas dan permeabilitas yang telah dilakukan koreksi Klickenberg, diplot untuk melihat hubungan kedua parameter tersebut dalam membedakan tipe batuan. Gambar IV.1 dan IV.2 menunjukkan plot data porositas dan permeabilitas Klickenberg.

Dalam gambar IV.1, setiap tipe batuan yang berbeda diberikan warna data yang berbeda, sedangkan gambar IV.2 menunjukkan input data core tanpa perbedaan warna. Tiga tipe batuan yang diplot data porositas dan permeabilitas di sini adalah tipe A yang merupakan sintetik dari tipe batuan *unconsolidated sandstone*, tipe B merupakan sintetik dari *consolidated sandstone* dan tipe C yang merupakan sintetik dari tipe shale.

Pada proses pengeringan core setelah dicetak, core sintetik tipe C mengalami keretakan karena adanya kandungan bentonite yang menyerupai tanah lempung. Keretakan pada core sintetik tipe C tersebut menyebabkan adanya tambahan nilai porositas pada tipe C dari porositas yang terjadi akibat keretakan tersebut.



Gambar IV.1. Grafik hubungan porositas dan permeabilitas dengan keterangan warna untuk tiap tipe core



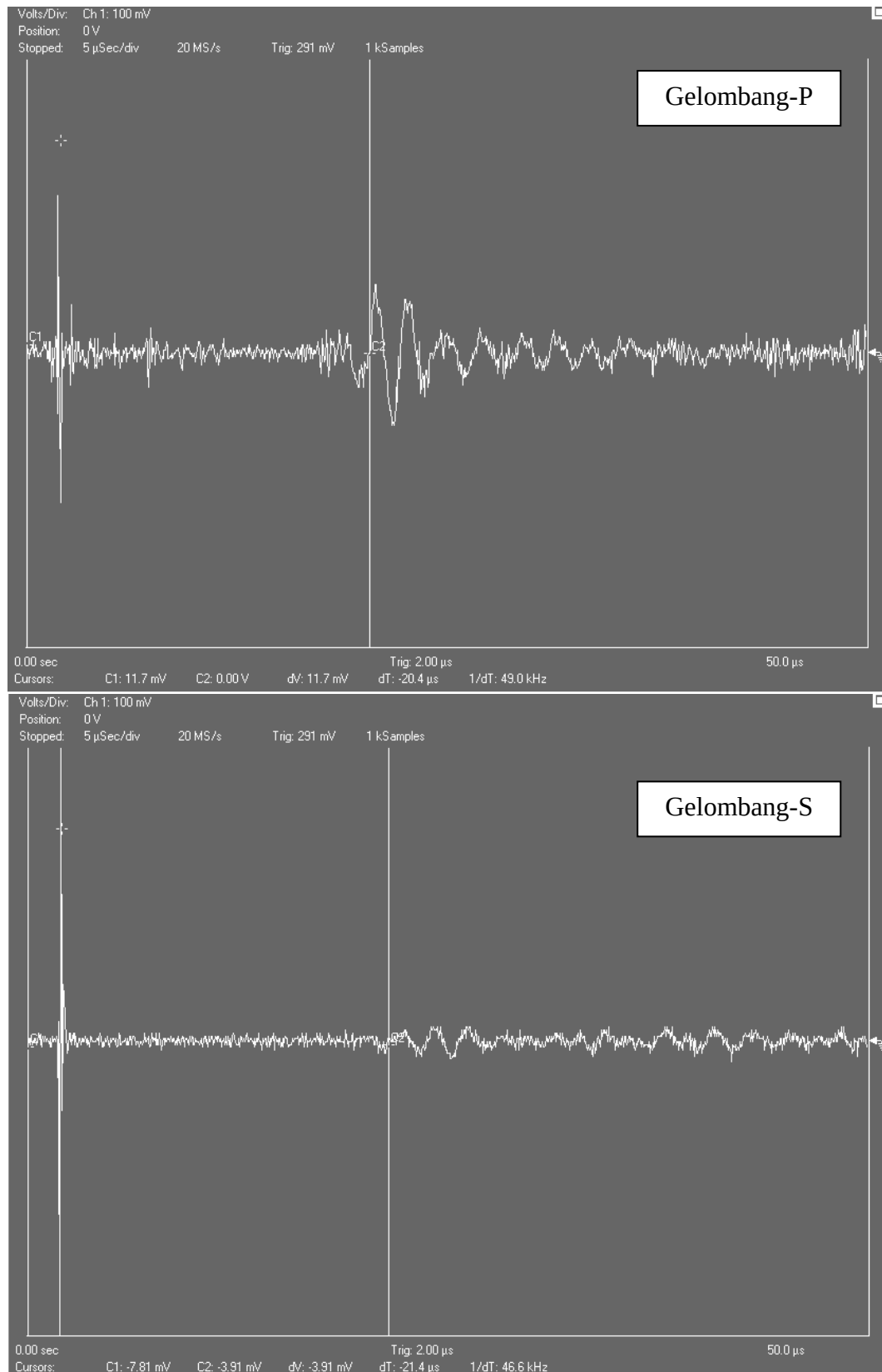
Gambar IV.2. Grafik hubungan porositas dan permeabilitas tanpa keterangan warna untuk tiap tipe core

Pada gambar IV.1, grafik sebaran data porositas dan permeabilitas menunjukkan adanya pengelompokan data dari tipe core sintetis yang sama. Pengelompokan ini dapat terlihat dengan jelas dengan adanya perbedaan warna titik data untuk tipe core sintetis yang berbeda. Pengelompokan data pada grafik hubungan porositas dan permeabilitas di gambar IV.1 tidak terlihat dengan jelas. Hal ini terkait dengan sebaran data yang mengelompok pada area yang sama meskipun terjadi pemisahan titik-titik data untuk tipe core sintetis yang berbeda.

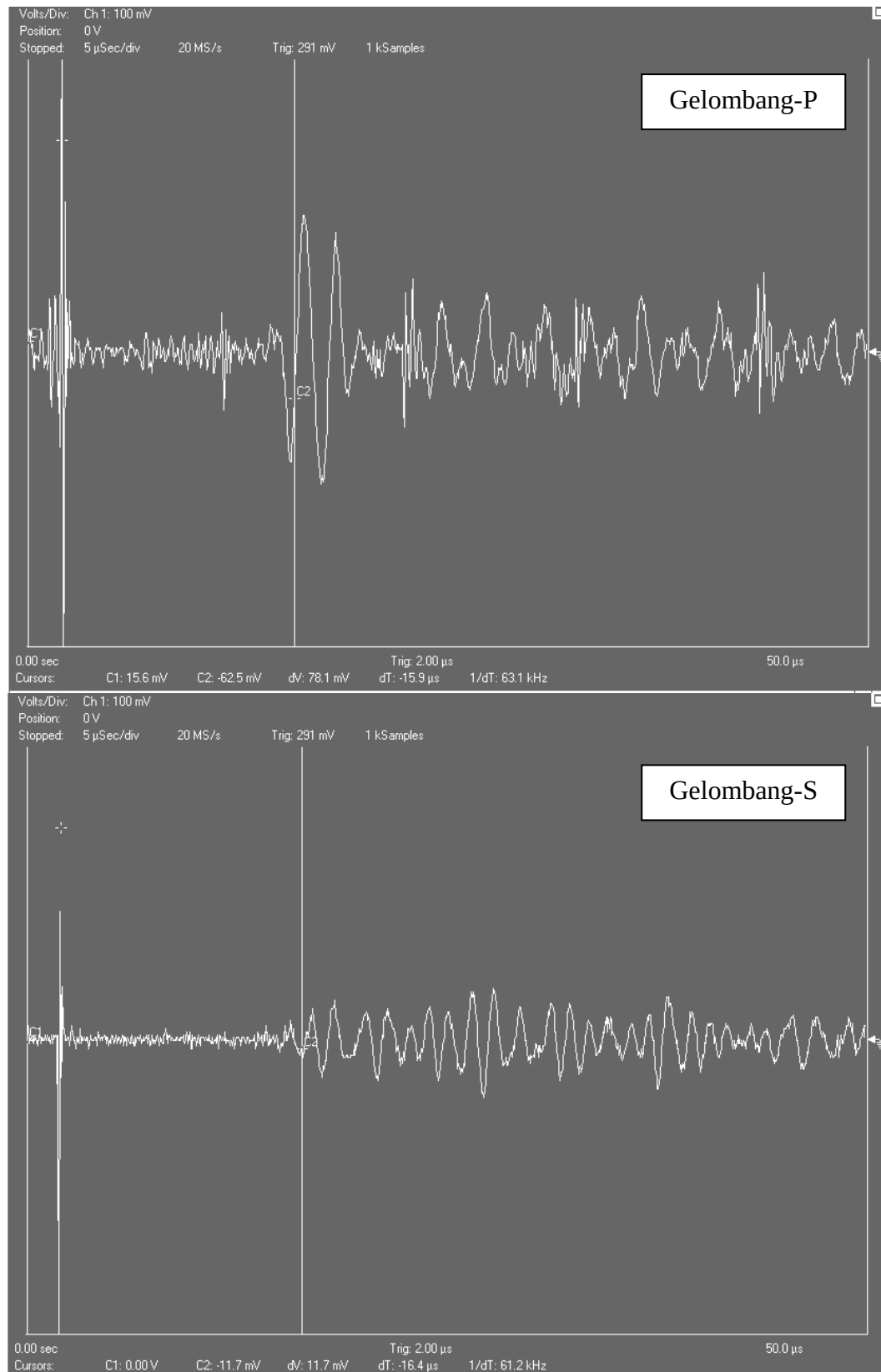
Pengelompokan data porositas dan permeabilitas yang tidak terlihat dengan jelas ditunjukkan juga pada gambar IV.2. Dengan tidak adanya perbedaan warna pada titik-titik data hubungan porositas dan permeabilitas tersebut, menunjukkan tingkat kesulitan untuk membedakan kelompok data untuk masing-masing tipe core sintetis yang berbeda. Dari gambar IV.1 dan IV.2 dapat dilihat bahwa data hubungan porositas dan permeabilitas dapat digunakan dalam proses *rock typing* untuk membedakan facies batuan, tetapi metode *rock typing* berdasarkan data porositas dan permeabilitas ini relatif bersifat sulit untuk digunakan secara langsung di dalam membedakan facies batuan, jika dilihat dari hasil pengelompokan data yang tidak terpisah secara jelas.

4.2. Rock Typing Berdasarkan Data Gelombang Sonik

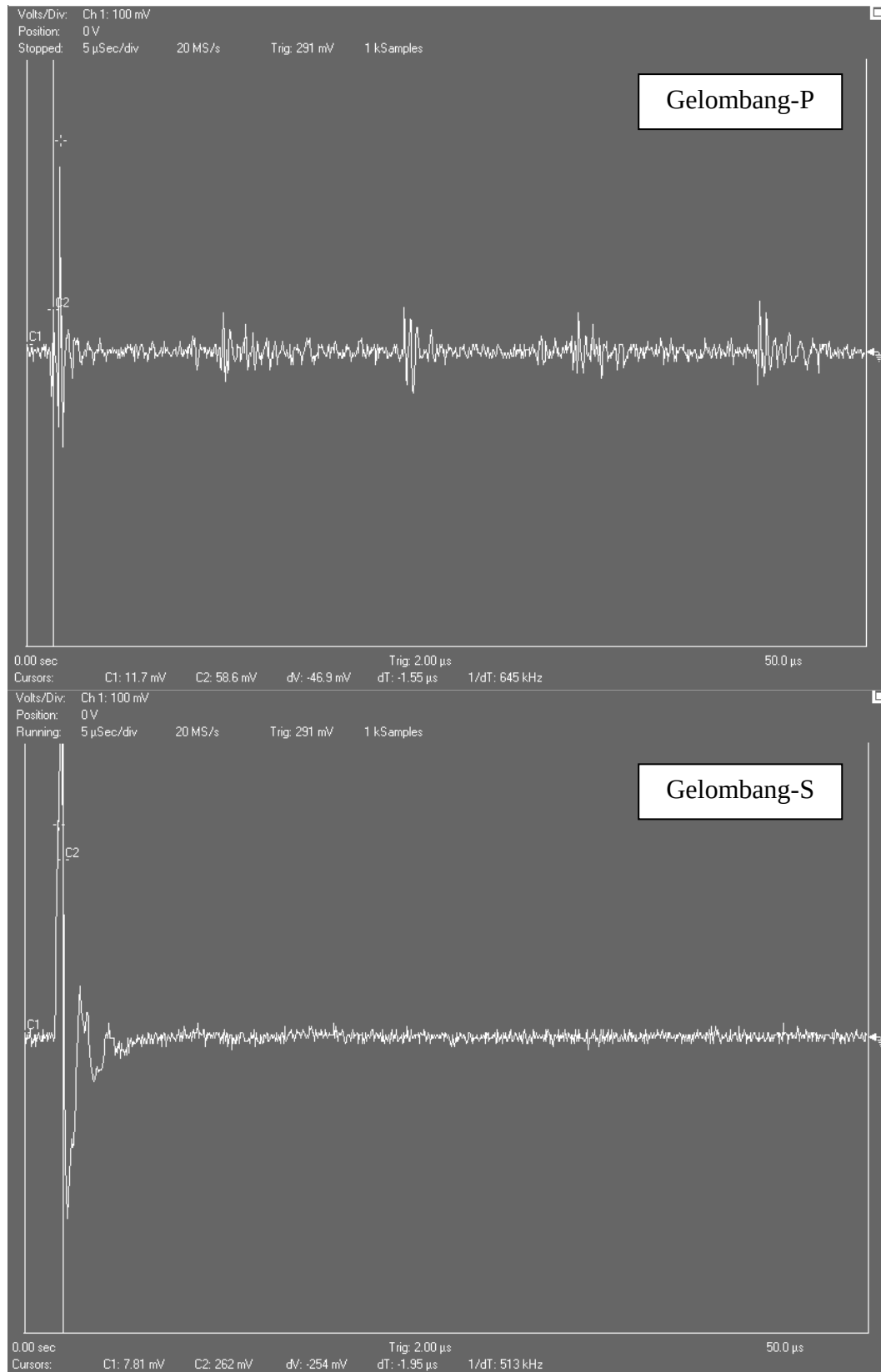
Dari hasil perekaman gelombang sonik pada core sintetis, didapatkan besar waktu tempuh gelombang-P (t_p) dan gelombang-S (t_s) sepanjang core sintetis. Gambar IV.3 hingga IV.5 menunjukkan perambatan gelombang-P dan gelombang-S dari contoh tiap tipe core sintetis yang diukur. Rekaman gelombang tersebut dalam bentuk gelombang mekanik dengan sumbu x adalah waktu tempuh dan sumbu y adalah amplitudo relatif. Terlihat bahwa waktu tempuh perambatan gelombang semakin cepat dari core tipe A ke core tipe B. Hal ini terkait dengan tingkat kompaksi dari bahan-bahan core. Core tipe A memiliki kompaksi yang paling rendah diantara tiga tipe core, sedangkan tipe C memiliki tingkat kompaksi paling tinggi (shale). Hasil perekaman gelombang sonik memberikan informasi bahwa kecepatan rambat gelombang sebanding dengan tingkat kompaksi batuan sebagai media perambatan.



Gambar IV.3. Rekaman perambatan gelombang-P dan S pada core sintetik tipe A



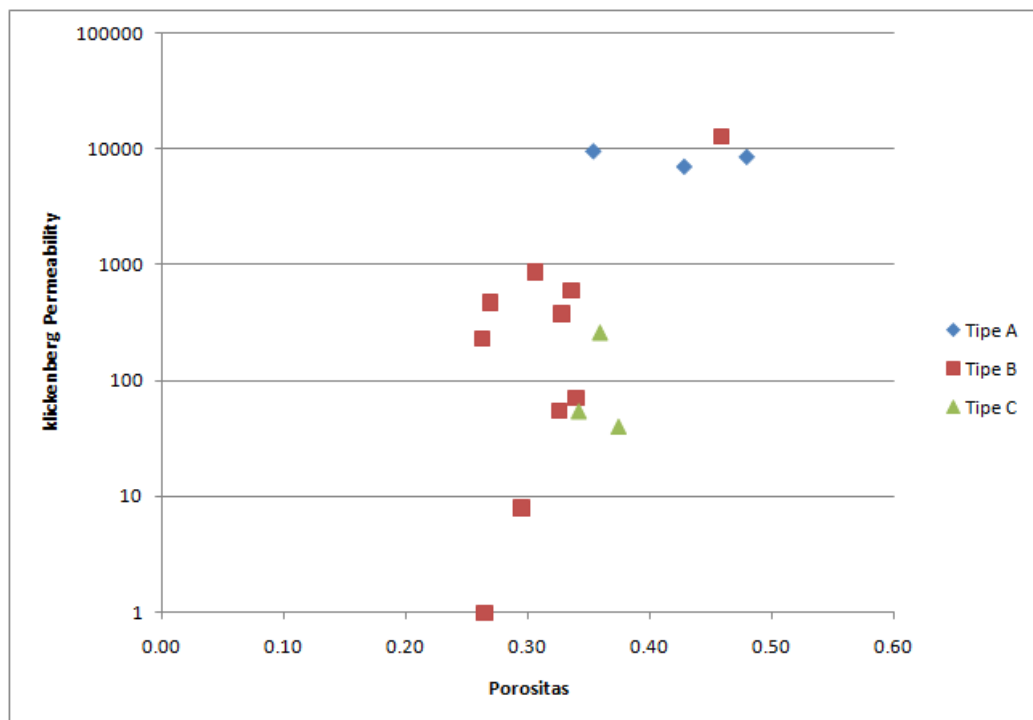
Gambar IV.4. Rekaman perambatan gelombang-P dan S pada core sintetik tipe B



Gambar IV.5. Rekaman perambatan gelombang-P dan S pada core sintetik tipe C

Setelah didapat data waktu tempuh tersebut kemudian dihitung nilai V_p , V_s dan beberapa parameter elastis batuan yang didapatkan dari nilai V_p dan V_s . Dari total 108 core sintetik, hanya 17 core yang berhasil ditransmisikan gelombang-P dan gelombang-S. Tipe core A terdapat 3 sampel yang dapat dianalisis perambatan gelombang sonik, tipe B sebanyak 11 core dan tipe C sebanyak 3 core.

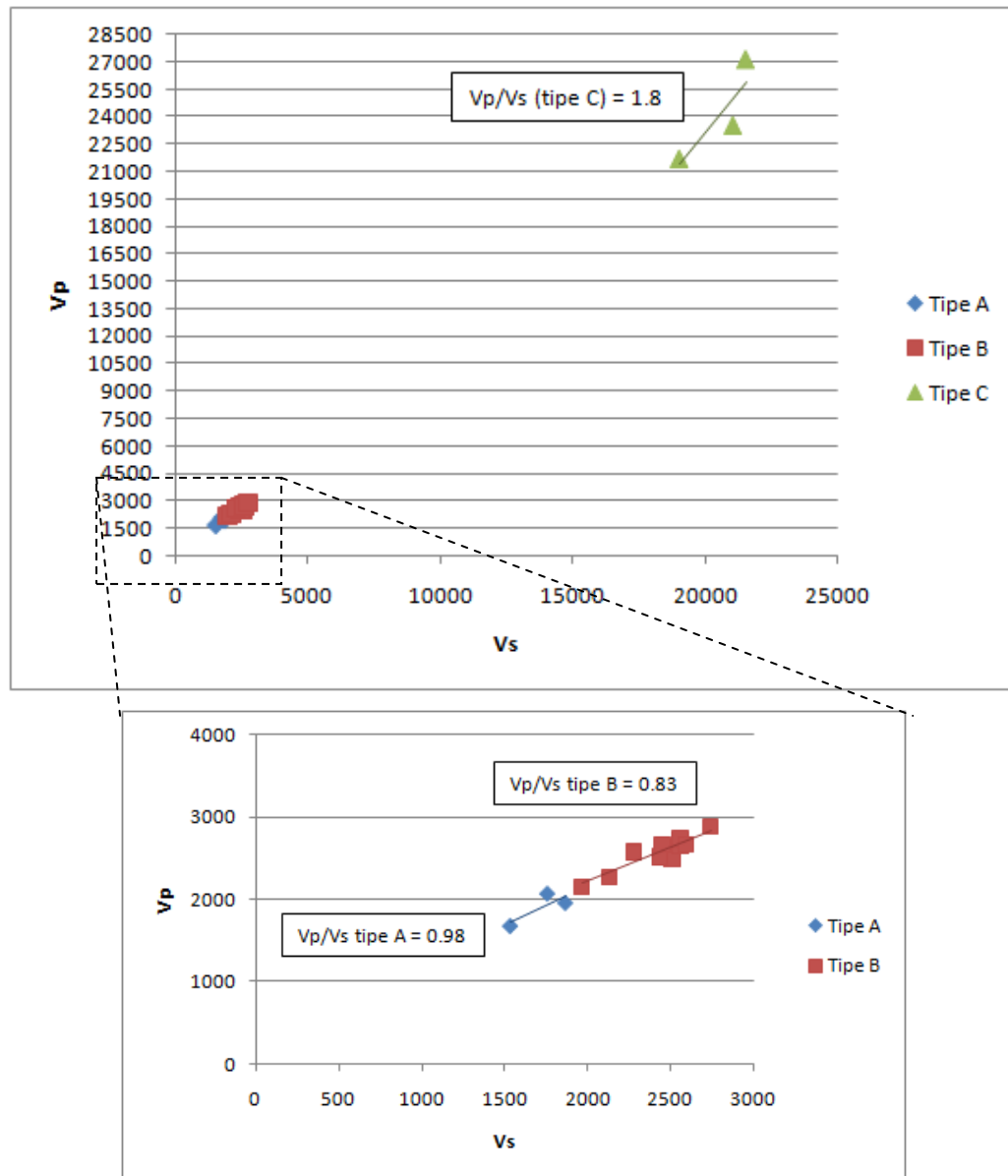
Untuk grafik hubungan data porositas dan permeabilitas dari sampel core tersebut ditunjukkan pada gambar IV.6. Hasil analisis metode *rock typing* berdasarkan data gelombang sonik secara khusus akan dibandingkan dengan grafik pada gambar IV.6. Data lengkap hasil pengukuran nilai t_p , t_s , V_p , V_s dan beberapa parameter elastis batuan dapat dilihat pada tabel data di Lampiran B.



Gambar IV.6. Grafik porositas versus permeabilitas dari sampel core yang berhasil ditransmisikan gelombang sonik

Dari data-data gelombang sonik yang terdapat di Lampiran B. Kemudian diplot untuk dilakukan analisis metode *rock typing* berdasarkan data-data tersebut. Grafik pertama yang akan dianalisis adalah grafik data yang didapatkan langsung

dari gelombang sonik, yaitu t_p , t_s , V_p , V_s dan rasio V_p/V_s (gambar IV.7 sampai dengan IV).



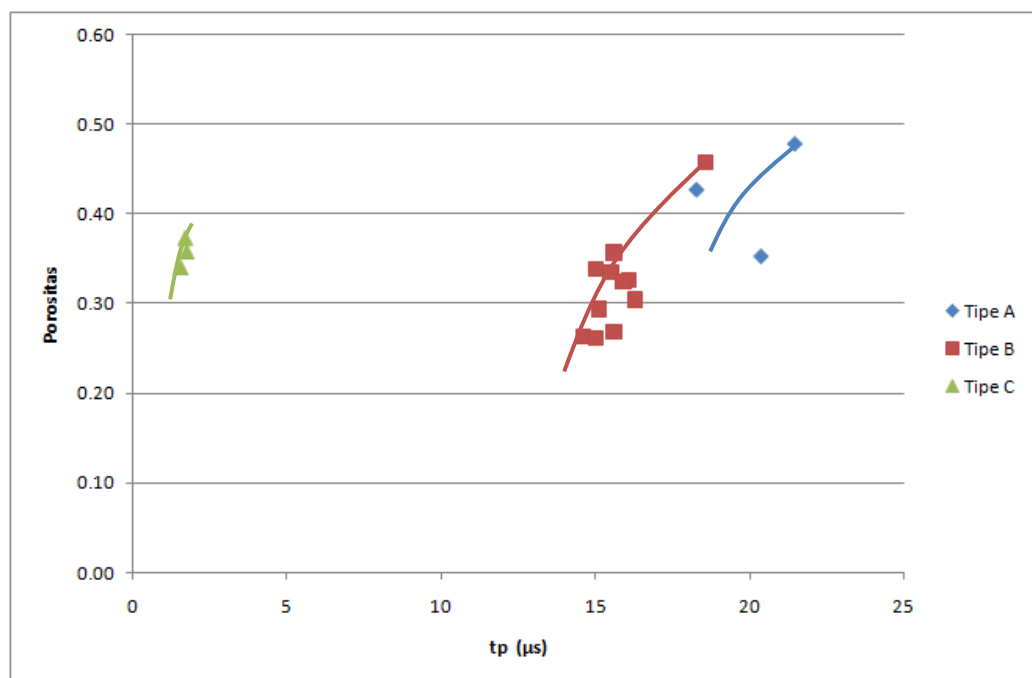
Gambar IV.7. Grafik hubungan V_p dan V_s untuk tiap tipe core sintetik

Dari grafik hubungan V_p dan V_s (gambar IV.7) dapat dilihat bahwa pemisahan data untuk tipe core sintetik yang berbeda lebih teratur dibandingkan dengan grafik hubungan data porositas dan permeabilitas (gambar IV.6). Tipe A dan B yang merupakan tipe batupasir terpisah jauh dengan tipe C yang merupakan sintetik shale, sedangkan pada grafik porositas vs permeabilitas pemisahan tipe B

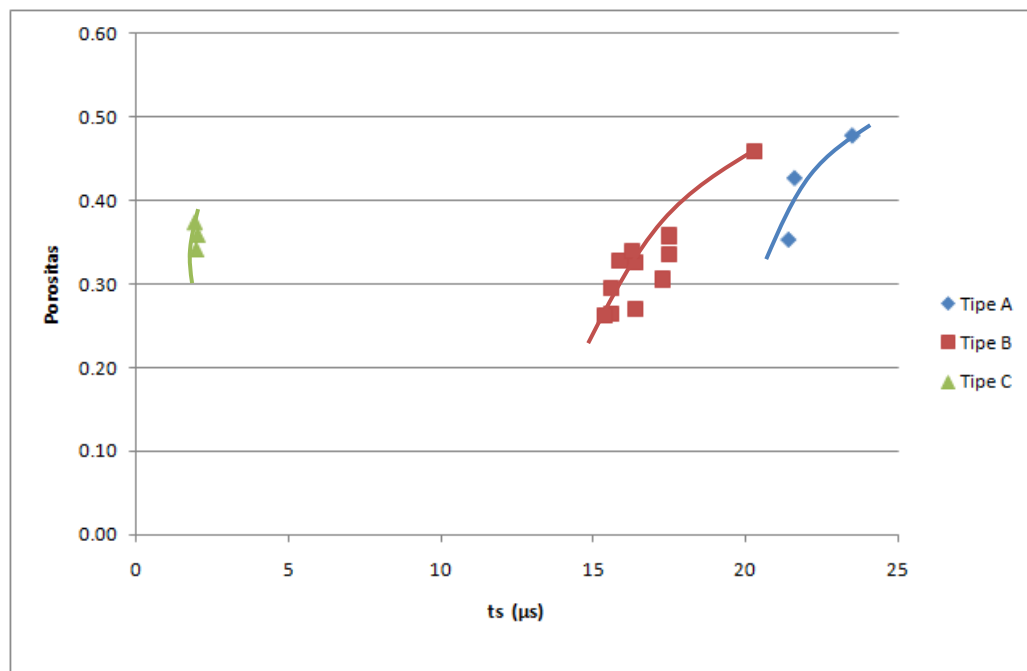
dan C tidak terlalu jauh dan tipe A terpisah jauh dari tipe B. Validasi nilai rasio V_p/V_s sesuai dengan teori dimana tipe shale memiliki nilai $V_p/V_s > 1.7$ dan tipe batupasir memiliki $V_p/V_s < 1.7$.

Grafik hubungan V_p dan V_s tersebut dapat dijadikan metode *rock typing* kelompok *lithofacies*, dengan adanya pengelompokan data sesuai dengan tipe core batuan. Tipe shale dan batupasir terpisah jauh, selain itu antara batuan tipe A dan B yang merupakan sintetik batupasir *consolidated* dan *unconsolidated* juga terpisah secara teratur.

Gambar IV.8 dan IV.9 menunjukkan bentuk lain dari metode *rock typing* dari data porositas dengan data t_p dan t_s . Data porositas diplot sebagai sumbu y dan data waktu tempuh t_p dan t_s sebagai sumbu x. Grafik hubungan kedua data tersebut juga menunjukkan pemisahan data yang teratur untuk tiap jenis core batuan yang berbeda. Data core sintetik tipe C jauh terpisah dari tipe A dan B.



Gambar IV.8. Grafik hubungan porositas dan t_p

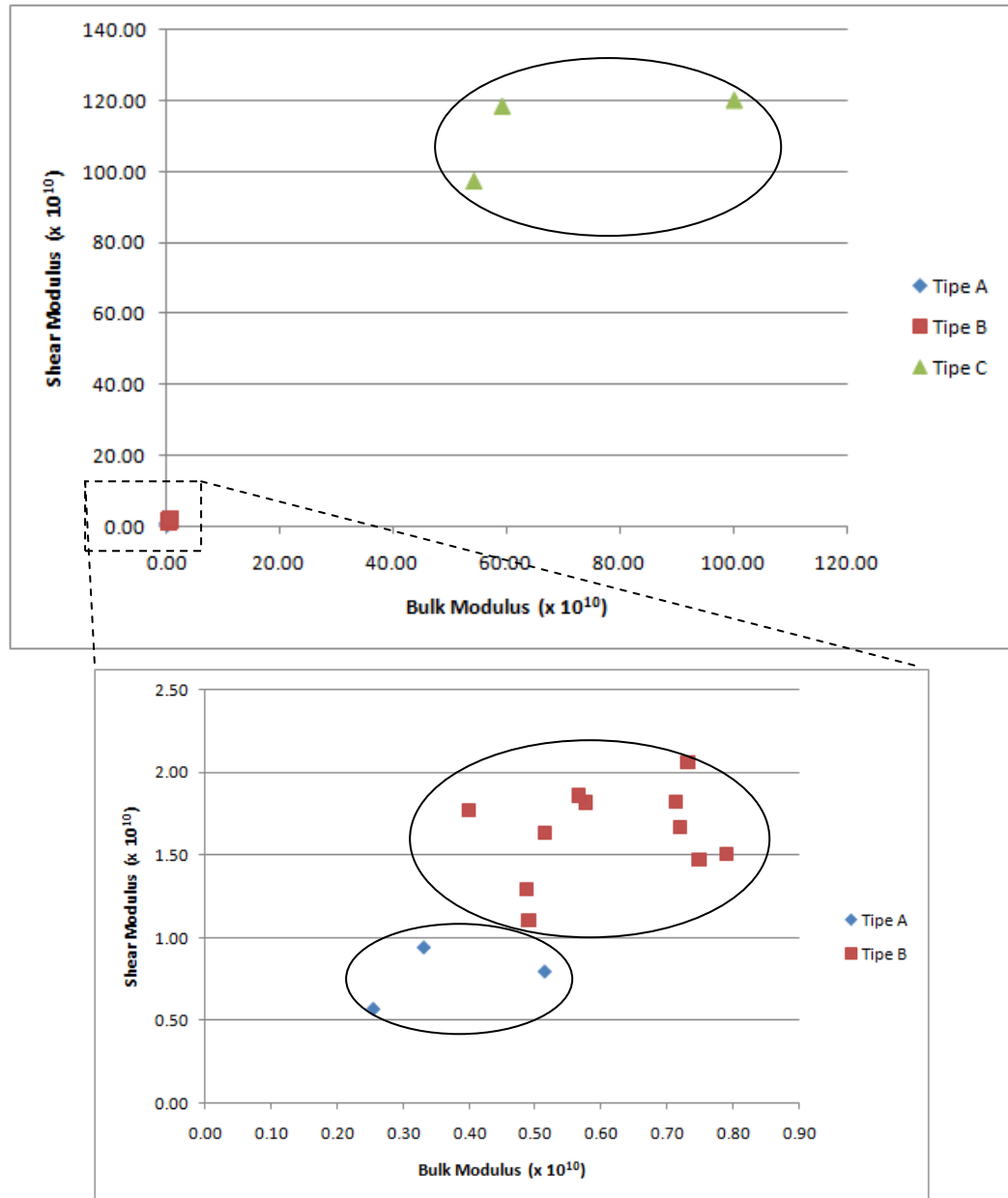


Gambar IV.9. Grafik hubungan porositas dan t_s

Grafik hubungan porositas dengan nilai t_p maupun t_s , memberikan hasil yang paling teratur didalam memisahkan data berdasarkan tipe core sintetik. Pemisahan data yang ada mengikuti alur (*trendline*) tertentu untuk setiap tipe core. Hasil grafik porositas versus t_p dan t_s ini memberikan hasil yang serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Wyllie dan tim pada tahun 1956 (Ellis dkk, 2008).

Kecepatan rambat gelombang sonik mampu membedakan bahan dari media rambatnya. Hal tersebut memberikan keuntungan di dalam membedakan tipe batuan berdasarkan faciesnya. Perbedaan komposisi batuan, ukuran butir, kompaksitas, sementasi dan struktur butir batuan merupakan faktor pembeda batuan sebagai media perambatan gelombang sonik.

Dari data V_p dan V_s tersebut juga dapat diturunkan beberapa parameter elastis batuan seperti *shear modulus* dan *bulk modulus*. Gambar IV.10 menunjukkan grafik hubungan *shear modulus* dan *bulk modulus* dari sampel core sintetik. Nilai *shear modulus* dan *bulk modulus* yang digunakan bukan dari pengukuran langsung, melainkan dari penurunan rumus matematik.



Gambar IV.10. Grafik hubungan *shear modulus* dan *bulk modulus*

Dari grafik hubungan *shear* dan *bulk modulus* juga memberikan hasil pengelompokan secara jelas untuk tipe core sintetik yang berbeda. Hasil yang diberikan juga lebih jelas dibandingkan dengan grafik hubungan porositas dan permeabilitas. Nilai *shear modulus* dan *bulk modulus* yang digunakan dalam grafik di atas (gambar IV.10) diperoleh dari data masukan nilai V_p dan V_s . Hal ini memberikan bentuk lain dari metode *rock typing* berdasarkan data gelombang sonik dengan menghitung parameter elastisitas batuan dari nilai V_p dan V_s .