

RINGKASAN

Industri minyak dan gas terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan energi global yang meningkat, dengan *reservoir* karbonat sebagai sumber utama cadangan hidrokarbon. Namun, produktivitas *reservoir* karbonat sering terhambat oleh kerusakan formasi akibat endapan organik dan anorganik yang menyumbat jalur aliran fluida di sekitar lubang sumur. Kerusakan ini mengurangi kemampuan *reservoir* untuk memproduksi hidrokarbon secara optimal. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah *acidizing*, namun penggunaan asam konvensional seperti *Hydrochloric Acid* (HCl) sering kali tidak efektif pada formasi yang sangat heterogen. Salah satu solusi yang potensial adalah penggunaan *Emulsified Acid*. Namun pada penelitian sebelumnya memiliki kendala dalam mempertahankan stabilitas *Emulsified Acid* bahkan pada suhu ruangan. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan reformulasi untuk mengoptimalkan *Emulsified Acid* agar lebih stabil, sehingga didapatkan *Novel Emulsified Acid* (NEA) dan diperlukan analisa dampak NEA terhadap karakteristik fisik batuan karbonat.

Penelitian ini mengembangkan NEA melalui eksperimen formulasi, yang melibatkan campuran asam dengan *Non-Aqueous Phase* (NAP) sebagai fase minyak, distabilkan dengan *emulsifier* dan aditif penstabil polimer serta agen pengikat logam (*chelating agents*). NEA diformulasikan untuk mengontrol pelepasan asam dan memperpanjang waktu reaksi terhadap batuan karbonat. *Core flooding test* digunakan untuk menguji dampak penggunaan NEA pada karakteristik fisik batuan karbonat, termasuk perubahan porositas, permeabilitas, dan pembentukan *wormholes* yang lebih efisien. Penelitian ini juga membandingkan hasil perlakuan NEA dengan asam konvensional HCl untuk mengevaluasi efektivitas NEA dalam meningkatkan parameter fisik batuan, serta kemampuan NEA dalam membentuk jalur alir baru yang lebih efisien. Selain itu, analisis *Micro CT Scan* dilakukan untuk memvalidasi dan memvisualisasikan perubahan struktur mikro batuan karbonat setelah perlakuan, yang memungkinkan pemahaman lebih dalam mengenai pembentukan jalur alir baru (*wormholes*) pada batuan tersebut.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan dengan NEA secara signifikan meningkatkan karakteristik fisik batuan karbonat. Porositas batuan meningkat dari 3,3% menjadi 7% dan permeabilitas meningkat dari 19 mD menjadi 71 D, yang menunjukkan peningkatan sebesar 3737 kali lipat. Pembentukan *wormholes* juga terbukti lebih efisien, dengan peningkatan permeabilitas NEA tercatat 3,42 kali lebih tinggi dibandingkan dengan HCl 15%. Selain itu, analisis *Micro CT Scan* menunjukkan bahwa NEA menghasilkan *channelized wormholes* yang lebih terfokus dan terkoneksi dengan baik, sedangkan HCl 15% hanya membentuk pola *face dissolution*. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan NEA dalam *acidizing* *reservoir* karbonat terbukti lebih baik dibandingkan dengan asam konvensional (HCl), dengan peningkatan signifikan pada porositas dan permeabilitas, serta pembentukan *wormholes* yang lebih efisien.

Kata Kunci: Stimulasi *Acidizing*, *Novel Emulsified Acid*, *Core Flooding*, Karakteristik Fisik Batuan, *Micro CT Scan*, *Reservoir* Karbonat *Cores*.

ABSTRACT

The oil and gas industry continues to evolve to meet the increasing global energy demand, with carbonate reservoirs being a primary source of hydrocarbon reserves. However, the productivity of carbonate reservoirs is often hindered by formation damage caused by organic and inorganic deposits that block fluid flow pathways around the wellbore. This damage reduces the reservoir's ability to produce hydrocarbons optimally. One common method used to address this issue is acidizing; however, the use of conventional acids like HCl is often ineffective in highly heterogeneous formations. One potential solution is the use of Emulsified Acid. However, previous research has faced challenges in maintaining the stability of emulsified acid even at room temperature. Based on this, a reformulation is needed to optimize the stability of emulsified acid, leading to the development of Novel Emulsified Acid (NEA), and an analysis of its impact on the physical characteristics of carbonate rocks is required.

This study develops NEA through a formulation experiment, involving a mixture of acid with a Non-Aqueous Phase (NAP) as the oil phase, stabilized by emulsifiers and polymer stabilizer additives, as well as metal chelating agents. NEA is formulated to control acid release and extend the reaction time with carbonate rock. Core flooding tests are used to assess the impact of NEA on the physical characteristics of carbonate rocks, including changes in porosity, permeability, and the formation of more efficient wormholes. This study also compares the results of NEA treatment with conventional HCl acid to evaluate NEA's effectiveness in improving physical parameters of the rock and its ability to form new, more efficient flow paths. In addition, Micro CT Scan analysis is conducted to validate and visualize the changes in the microstructure of the carbonate rock after treatment, providing a deeper understanding of the formation of new flow paths (wormholes) in the rock.

The test results show that treatment with NEA significantly improves the physical characteristics of carbonate rocks. Porosity increased from 3.3% to 7%, and permeability increased from 19 mD to 71 D, showing an increase of 3737 times. The formation of wormholes also proved to be more efficient, with permeability increases for NEA recorded as 3.42 times higher compared to HCl 15%. Furthermore, Micro CT Scan analysis showed that NEA forms channelized wormholes that are more focused and well-connected, while HCl 15% only formed a face dissolution pattern. These findings indicate that the use of NEA in acidizing carbonate reservoirs is superior to conventional HCl acid, with significant improvements in porosity and permeability, as well as more efficient wormhole formation.

Keywords: Acidizing Stimulation, Novel Emulsified Acid, Core Flooding, Physical Characteristics of Rocks, Micro CT Scan, Carbonate Reservoir Cores.