

VI. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dari penelitian tentang geologi dan karakteristik endapan paleotsunami berdasarkan studi sedimentologi dan geokimia Daerah Pacitan dan sekitarnya, Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur yaitu:

1. Kondisi geologi pada daerah penelitian yaitu:
 - a. Geomorfologi pada daerah penelitian dibagi menjadi empat satuan yaitu satuan dataran pasang surut Ploso, dataran pantai Ploso, punggung pantai Pacitan dan cekungan pantai Pacitan-Baleharjo sebagai tempat terendapkannya endapan tsunami.
 - b. Stratigrafi pada daerah penelitian dibagi menjadi satu satuan yaitu satuan alluvium yang tersusun atas kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung dan lumpur.
2. Berdasarkan *core* BRJ15, endapan sedimen pada daerah penelitian terdiri dari tujuh lapisan endapan dari tua hingga muda secara megaskopis yaitu lapisan gambut pasiran C, lapisan pasir abu-abu (endapan paleotsunami C), lapisan gambut pasiran B, lapisan pasir coklat (endapan paleotsunami B), lapisan gambut pasiran A, lapisan lempung hijau (endapan paleotsunami A), dan lapisan lempung coklat.
3. Berdasarkan aspek granulometri endapan paleotsunami C memiliki kurva memiliki kurva *unimodal* dan *bimodal* dengan ukuran butir lanau halus hingga lanau sangat kasar, sortasi buruk hingga sangat buruk, *skewness* tergolong ke dalam tipe *coarse skewed* dan *symmetrical* serta kurtosis bertipe *mesokurtic* dan *very platykurtic*. Endapan paleotsunami B memiliki kurva memiliki kurva

unimodal, bimodal, dan trimodal dengan ukuran butir pasir halus hingga pasir sangat halus, sortasi buruk hingga sangat buruk, *skewness* tergolong ke dalam tipe *fine skewed* dan *very fine skewed* serta kurtosis bertipe *very leptokurtic, mesokurtic* dan *platykurtic*. Endapan paleotsunami A memiliki kurva memiliki kurva *unimodal, bimodal trimodal* dan *polymodal* dengan ukuran butir pasir sangat halus hingga lanau halus, sortasi buruk hingga sangat buruk, *skewness* tergolong ke dalam tipe *very coarse skewed, coarse skewed, symmetrical, fine skewed, dan very fine skewed* serta kurtosis bertipe *leptokurtic, mesokurtic, platykurtic* dan *very platykurtic*.

4. Berdasarkan aspek kandungan organik dan karbonatnya endapan-endapan paleotsunami yang terendapkan pada di daerah penelitian mengandung material organik yang lebih tinggi daripada kandungan karbonatnya dikarenakan pada daerah ini banyak berkembang endapan gambut dari lingkungan rawa.
5. Berdasarkan aspek komposisi mineral endapan-endapan paleotsunami yang terendapkan di daerah penelitian mengandung mineral kuarsa, kalsit, olivin, piroksen, amfibol, biotit, glaukonit, magnetit dan litik. Sedangkan komposisi mineral kuarsa, kalsit, olivin, piroksen, amfibol, biotit, glaukonit, magnetit dan litik juga terkandung pada endapan non tsunami. Hanya saja pada endapan paleotsunami mengandung komposisi mineral-mineral berat berupa mineral olivin, piroksen, amfibol, biotit, dan magnetit tersebut lebih banyak daripada endapan non paleotsunami.
6. Berdasarkan aspek geokimia XRF endapan-endapan paleotsunami yang terendapkan pada di daerah penelitian yaitu endapan paleotsunami C yang memiliki kandungan unsur K, Sr, Zr, Rb, Fe, Ti, yang meningkat pada bagian

atas dan semakin rendah pada bagian bawah lapisan dan unsur Zn, Mn, Ca, dan S pada lapisan ini memiliki kandungan yang rendah. Endapan paleotsunami B memiliki kandungan unsur K, Sr, Rb, Fe, dan Ti yang tinggi dibanding beberapa cm pada lapisan sebelumnya. Sedangkan unsur Zr, Zn, Mn, Ca, dan S pada lapisan ini memiliki kandungan yang rendah. Endapan paleotsunami A memiliki kandungan unsur K, Sr, Rb dan Ti tinggi, unsur Ca dan S yang meningkat pada lapisan bagian bawah dan unsur Zr, Zn, dan Mn yang rendah. Berdasarkan aspek geokimia XRD endapan-endapan paleotsunami yang terendapkan pada di daerah penelitian yaitu endapan paleotsunami C ditemukan mineral kuarsa, *halloysite*, dan senyawa *barium sulfide* (BaS), *calcium carbide* (CaC₂), serta unsur Zr. Endapan paleotsunami B ditemukan mineral *halloysite*, kuarsa, *illite*, *rankinite*, *fluorite*, *codeine phosphate dihydrate* dan senyawa *barium oxide* (BaO₂), *manganese oxide* (MnO₂), *aluminum oxide* (Al₂O₃), serta unsur Sn dan Zr. Endapan paleotsunami A ditemukan mineral kuarsa, *halloysite*, *illite*, *nontronite*, *chlorite*, *vermiculite*, *montmorilonit*, *donbassite*, dan senyawa barium karbonat (BaCO₃).

7. Berdasarkan aspek mikropaleontologi endapan-endapan paleotsunami yang terendapkan pada di daerah penelitian yaitu endapan paleotsunami C mengandung mikrofosil foraminifera bentonik *Conorboides mitra* (Hofker, 1951), *Spongespikulae* yang hidup di lingkungan laut dan satu cangkang foraminifera yang rusak. Endapan paleotsunami B mengandung mikrofosil foraminifera bentonik *Rotalia beccarii*. Endapan paleotsunami A mengandung mikrofosil foraminifera planktonik tersebut adalah *Globorotalia bermudezi*

(Rögl dan Bolli, 1973) satu cangkang foraminifera bentonik yang terglaukonitkan.

8. Hasil *principal component analysis* menunjukkan bahwa lapisan kandidat endapan paleotsunami C banyak dipengaruhi oleh komponen karbon (material organik), unsur Fe dan Ca. Hasil *principal component analysis* menunjukkan lapisan kandidat endapan paleotsunami B banyak dipengaruhi oleh komponen karbonat, Zn, Rb, Mn, Sr, Ca, dan Fe. Hasil *principal component analysis* menunjukkan lapisan kandidat endapan paleotsunami A banyak dipengaruhi oleh komponen karbonat, Zn, Rb, Mn, Sr, Ca, K, Ti, Zr, dan Fe.
9. Karakteristik endapan paleotsunami daerah penelitian yaitu:
 - a. Endapan paleotsunami C yang memiliki karakteristik *mean* lanau halus hingga lanau sangat kasar, sortasi buruk hingga sangat buruk, *skewness* tergolong *coarse skewed* dan *symmetrical* serta kurtosis bertipe *mesokurtic* dan *very platykurtic* dengan kandungan organik 12,3%-42,8% dan kandungan karbonatnya 7,6%-23,1%. Lapisan ini memiliki komposisi mineral olivin, piroksen, amphibol, biotit, kuarsa, glaukonit, kalsit, magnetit, litik, *halloysite*, senyawa *barium oxide* (BaO_2), *calcium carbide* (CaC_2) serta mengandung unsur K, Sr, Zr, Rb, Fe, Ti, yang meningkat pada bagian atas dan semakin rendah pada bagian bawah lapisan. Unsur Zn, Mn, Ca, dan S pada lapisan ini memiliki kandungan yang rendah, serta ditemukan foraminifera bentonik *Conorboides mitra* dan *spongespikulae*.
 - b. Endapan paleotsunami B yang memiliki karakteristik *mean* pasir halus hingga pasir sangat halus, sortasi buruk hingga sangat buruk, *skewness* tergolong *fine skewed* dan *very fine skewed* serta kurtosis bertipe *very*

leptokurtic, *mesokurtic* dan *platykurtic* dengan kandungan organik 8,87%-10,18% dan kandungan karbonatnya 8,98%-9,93%. Lapisan ini memiliki komposisi mineral olivin, piroksen, amphibol, biotit, kuarsa, glaukonit, kalsit, magnetit, litik, *halloysite*, *illite*, *rankinite*, *fluorite*, *codeine phosphate dihydrate*, senyawa *barium oxide* (BaO_2), *manganese oxide* (MnO_2), *aluminum oxide* (Al_2O_3) dan mengandung unsur K, Sr, Fe, Rb, dan Ti yang tinggi dibanding beberapa cm pada lapisan sebelumnya. Sedangkan unsur Zr, Zn, Mn, Ca, dan S pada lapisan ini memiliki kandungan yang rendah, serta ditemukan juga foraminifera bentonik *Rotalia beccarii*.

- c. Endapan paleotsunami A yang memiliki karakteristik *mean* berupa pasir sangat halus hingga lanau halus, sortasi buruk hingga sangat buruk, *skewness* tergolong *very coarse skewed*, *coarse skewed*, *symmetrical*, *fine skewed*, dan *very fine skewed* serta kurtosis bertipe *leptokurtic*, *mesokurtic*, *platykurtic* dan *very platykurtic* dengan kandungan organik 8,53%-16,71% dan kandungan karbonatnya 8,69%. Lapisan ini memiliki komposisi mineral seperti olivin, piroksen, amphibol, biotit, kuarsa, glaukonit, kalsit, magnetit, litik, *halloysite*, *illite*, *nontronite*, *chlorite*, *vermiculite*, *montmorilonit*, *donbassite*, dan senyawa barium karbonat (BaCO_3) dengan kandungan unsur K, Sr, Rb dan Ti tinggi, unsur Ca dan S yang meningkat pada lapisan bagian bawah, dan unsur Zr, Zn, dan Mn yang rendah, serta ditemukan foraminifera *Globorotalia bermudezi* dan foraminifera bentonik yang terglaukonitkan.

10. Sejarah pengendapan ini dimulai dari tempat pembentukan morfologi yang ada pada daerah penelitian berupa morfologi cekungan pantai (*swale*). Pada proses

pembentukan morfologi *swale* ini, awalnya merupakan morfologi *lagoon*. Pada saat lingkungan rawa yaitu lapisan gambut pasiran C ini sudah berkembang, terjadi gempa bumi dan tsunami yang mengangkut material dasar laut dan material pantai dan terbentuk endapan paleotsunami berupa endapan pasir B. Setelah terjadi gempa bumi dan tsunami, lingkungan rawa mulai berkembang lagi yang ditunjukkan oleh lapisan gambut pasiran B. Pada saat lingkungan gambut berkembang, terjadi gempa bumi dan tsunami yang mengangkut endapan pasir yang kaya akan material laut. Setelah terjadi penggenangan akibat tsunami, lingkungan rawa mulai berkembang lagi dan membentuk lapisan gambut pasiran A. Pada saat terbentuk lapisan gambut terjadi gempa bumi dan tsunami yang dahsyat karena tsunami ini membentuk endapan berupa perselingan lanau-lanau pasiran sisipan pasir yang sangat tebal sekitar 37 cm. Setelah endapan perselingan lanau-lanau pasiran sisipan pasir yang terbentuk karena tsunami ini, lingkungan rawa sudah tidak berkembang lagi dan terjadi proses sedimentasi material-material lanau halus yang ditandai oleh terbentuknya lapisan lanau sisipan lanau pasiran A.