

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kata sedimen berasal dari bahasa latin yaitu *sedimentum* yang berarti pengendapan. Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari proses akumulasi atau kumpulan material hasil perombakan batuan yang terlapukkan dari batuan induk atau asalnya yang terbentuk dimuka bumi, kemudian terendapkan pada suatu cekungan di bawah kondisi suhu dan tekanan rendah serta mempunyai karakteristik terhadap lingkungan pengendapan, proses tersebut disebut proses sedimentasi (Pettijohn, 1975)

Salah satu batuan yang termasuk batuan sedimen dan sering ditemukan yakni batupasir. Batupasir merupakan jenis batuan sedimen yang umumnya tersusun oleh material klastik yang berasal dari daratan, dan terbentuk dari hasil erosi batuan sumber. Umumnya, batupasir tersusun oleh kandungan kuarsa, feldspar, lempung, fragmen batuan, dan mineral lainnya yang tergolong tidak stabil. Proporsi komposisi suatu mineral pada batupasir tersebut dipengaruhi oleh stabilitas mineral itu sendiri, serta kandungan mineral batuan sumber (Folk, 1980).

Sebagai batuan yang terbentuk dari batuan yang telah ada sebelumnya, diperlukan analisis asal batuan sedimen atau dikenal dengan istilah *provenance*. *Provenance* berasal dari bahasa perancis yang bermakna asal mula atau timbul (Pettijohn *et.al.*, 1987). Selain daerah batuan asal, para ahli geologi menganalisa *provenance* untuk menjelaskan lokasi daerah asal, seberapa jauh dari tempat terendapkan, arah transportasi, ukuran dan volume sedimen, litologi batuan asal, pola tektonik daerah asal, iklim dan relief daerah asal sedimen (Boggs, 1987).

Adapun salah satu daerah yang terobservasi memiliki singkapan blok batupasir dari breksi autoklastik adalah Daerah Bulu Tellue Kecamatan Tondong Tallasa Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Provinsi Sulawesi Selatan. Pada daerah ini belum dilakukan penelitian mengenai *provenance* batupasir. Berdasarkan hal ini, penelitian *provenance* menarik untuk dilakukan dan dilanjutkan, dimana dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut tentang breksi autoklastik melalui blok batupasir yang tersebar di daerah penelitian

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Apa jenis blok batupasir pada breksi autoklastik?
2. Bagaimana *provenance* dari blok batupasir pada breksi autoklastik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, antara lain:

1. Mengetahui jenis blok batupasir pada breksi autoklastik daerah penelitian
2. Mengetahui *provenance* blok batupasir pada breksi autoklastik yang ada pada daerah penelitian

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian dengan batasan pada analisis *provenance* di daerah Bulu Tellue, Kecamatan Tondong Tallasa, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan, dengan fokus utama kenampakan mineral kuarsa, kelimpahan jenis feldspar, mineral asosiasi serta jenis batuan dari fragmen yang didapatkan dari analisis petrografi menggunakan mikroskop polarisasi untuk menentukan *provenance* batupasir diplot kedalam diagram Q-F-L dari Dickinson dan Suczek (1979).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis dalam pengembangan ilmu geologi, khususnya mengenai *provenance* batupasir Daerah Bulu Tellue Kecamatan Tondong Tallasa Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Provinsi Sulawesi Selatan sehingga dapat menjadi referensi yang berguna untuk kajian lebih lanjut maupun sebagai salah satu media atau referensi yang berhubungan dengan *provenance*.

1.6 Peneliti Terdahulu

Beberapa peneliti yang pernah melakukan penyelidikan geologi di daerah penelitian, antara lain:

1. Rab Sukanto (1975), penelitian pulau Sulawesi dan pulau – pulau yang ada disekitarnya dan membagi kedalam tiga mandala geologi
2. Sukanto, Rab. (1982) melakukan penelitian tentang geologi regional lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi.
3. Surono & Hartono, U. (2013). *Geologi Sulawesi*. LIPI Press.
4. Husain, R., Kaharuddin., Wahyu, F., (2023) melakukan penelitian tentang Karakteristik Olistolit Daerah Tondong Tallasa, Sulawesi Selatan.

1.7 Kajian Teori

1.7.1 Geomorfologi Regional

Di daerah Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat terdapat dua baris pegunungan yang memanjang hampir sejajar pada arah utara-barat laut dan terpisahkan oleh lembah Sungai Walanae. Pegunungan yang barat menempati hampir setengah luas daerah, melebar di bagian selatan (50 km) dan menyempit di bagian utara (22 km). Puncak tertingginya 1694 m, sedangkan ketinggian rata-rata pembentuknya sebagian besar 1500 m. batuan gunungapi. Di lereng barat dan di beberapa tempat di lereng timur terdapat topografi kras, penceminan adanya batugamping. Di antara topografi kras di lereng barat terdapat daerah perbukitan yang dibentuk oleh batuan Pra-Tersier. Pegunungan ini di baratdaya dibatasi oleh dataran Pangkajene-Maros yang luas sebagai lanjutan dari dataran di selatannya (Sukanto, Rab dan Supriatna S., 1982).

Pegunungan yang di timur relatif lebih sempit dan lebih rendah, dengan puncaknya rata-rata setinggi 700 m, dan yang tertinggi 787 m. Juga pegunungan ini sebagian besar berbatuan gunungapi. Bagian selatannya selebar 20 km dan lebih tinggi, tetapi ke utara menyempit dan merendah, dan akhirnya menunjam ke bawah batas antara Lembah Walanae dan dataran Bone. Bagian utara pegunungan ini bertopografi kras yang permukaannya sebagian berkerucut. Batasnya di timurlaut adalah dataran Bone yang sangat luas, yang menempati hampir sepertiga bagian timur (Sukanto, Rab dan Supriatna S., 1982).

Lembah Walanae yang memisahkan kedua pegunungan tersebut di bagian utara selebar 35 Km. tetapi di bagian selatan hanya 10 km. Di tengah terdapat Sungai Walanae yang mengalir ke utara Bagian selatan berupa perbukitan rendah dan di bagian utara terdapat dataran aluvium yang sangat luas mengelilingi D. Tempe (Sukanto, Rab dan Supriatna S., 1982).

1.7.2 Stratigrafi Regional

Stratigrafi regional daerah penelitian menurut Sukanto dan Supriatna (1982) pada peta geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi Selatan yang sesuai dengan daerah penelitian dan dalam buku Geologi Sulawesi oleh Surono dan Hartono (2013), yaitu sebagai berikut :

Jp **BATUPASIR PAREMBA** : berupa lemping memanjang searah dengan struktur dalam Kompleks Melange Bantimala, sepanjang 9,5 km dengan tebal tidak kurang dari 300 m. Batuannya terdiri atas batupasir berselingan dengan batulanau, bersisipan batulempung, breksi serta konglomerat aneka-bahan (*polymict*) dan batugamping. Sebagian batuannya terbreksikan serta tergeruskan, dan sebagian termalihkan lemah. Di suatu tempat terdapat singkapan sentuhan pengendapan breksi aneka-bahan dari Batupasir Paremba dengan Metamorfik Bontorio. Komponen breksi dan konglomerat terutama terdiri atas sekis,kuarsa,batupasir dan batuan beku. Ini menunjukkan bahwa batuan asal Batupasir Paremba antara lain adalah batuan malihan yang mungkin berasal dari Metamorfik Bontorio. Fosil Moluska yang ditemukan di dalam batupasir dan batulanau dikenali sebagai cephalopoda,

gastropoda dan brachiopoda; antara lain *Fuciniceras* yang menunjukkan umur Jura Awal – Jura Tengah, dalam lingkungan cekungan depan daratan (Surono, 2013).

Kb **FORMASI BALANGBARU** : sedimen tipe flysch; batupasir berselingan dengan batulanau, batulempung dan serpih bersisipan konglomerat, batupasir konglomeratan. tufa dan Lava; batupasirnya bersusunan grewake dan arkosa. sebagian tufaan dan gampingan: pada 5 umumnya menunjukkan struktur turbidit; di beberapa tempat di temukan konglomerat dengan susunan basal, andesit, diorit. serpih, tufa terkarsikan, sekis, kuarsa, dan bersemen batupasir; pada umumnya padat dan sebagian serpih terkarsikan. Di bawah mikroskop, batupasir dan batulanau terlihat mengandung pecahan batuan beku.

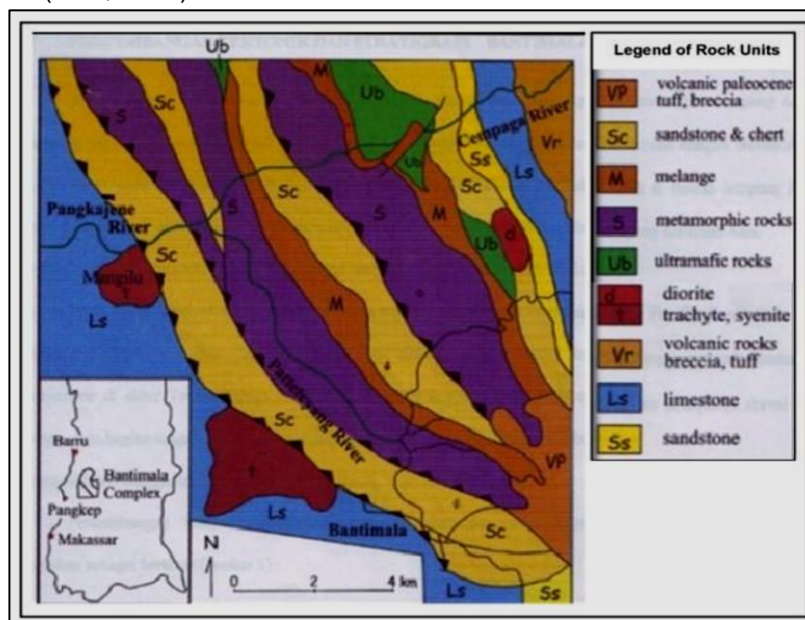
Tem **FORMASI MALAWA**: batupasir, konglomerat, batulanau. batulempung. dan napal, dengan sisipan lapisan atau lensa batubara dan batulempung; Batupasirnya sebagian besar batupasir kuarsa, ada pula yang arkosa, grewake. dan tufaan, umumnya berwarna kelabu muda dan coklat muda; pada umumnya bersifat rapuh, kurang padat; konglomeratnya sebagian kompak; batulempung. batugamping dan napal umumnya mengandung moluska yang belum diperiksa, dan berwarna kelabu muda sampai kelabu tua; batubara berupa lensa setebal beberapa sentimeter dan berupa lapisan sampai 1,5 m.

Temt **FORMASI TONASA** : batugamping koral pejal sebagian terhablurkan. Berwarna putih dan kelabu muda; batugamping bioklastika dan kalkarenit. Berwarna putih coklat muda dan kelabu muda. sebagian berlapis baik, berselingan dengan napal globigerina tufaan; bagian bawahnya mengandung batugamping berbitumen, setempat bersisipan breksi batugamping dan 5 batugamping pasir; di dekat, Malawa, daerah Camba terdapat batugamping yang mengandung glaukonit, dan di beberapa tempat di daerah Ralla ditemukan batugamping yang mengandung banyak sepioida sekis dan batuan ultramafik. Tebal formasi ini diperkirakan tidak kurang dari 3000 m; menindih selaras batuan Formasi Malawa, dan tertindih tak selaras batuan Formasi Camba; diterobos oleh sill, retas, dan stok batuan beku yang bersusunan basal, trakit, dan diorit.

t **TRAKIT**: terobosan trakit berupa stok, sil dan retas; bertekstur porfir kasar dengan fenokris sanidin sampai 3 cm panjangnya; berwarna putih keabuan sampai kelabu muda. Di sekitar Bantimala dan Tanetteraja trakit menerobos batugamping Formasi Tonasa, dan di utara Soppeng menerobos batuan gunungapi Soppeng (Tmsv).

m **KOMPLEK MELANGE** : batuan campur aduk secara tektonik terdiri dari grewake, breksi, konglomerat, batupasir; terkarsikan, serpih kelabu, serpih merah, rijang radiolaria merah, batusabak, sekis, ultramafik, basal, diorit dan lempung; himpunan batuan ini mendaun, kebanyakan miring ke arah timurlaut dan tersesarkan naik ke arah baratdaya; satuan ini tebalnya tidak kurang dari 1750 m, dan mempunyai sentuhan sesar dengan satuan batuan di sekitarnya.

BREKSI AUTOKLASTIK : batuan yang memiliki struktur yang hancur dan terbreksiasi yang terbentuk sebagai hasil penghancuran, metamorfisme dinamis, atau proses mekanis lainnya dan tidak mengalami transportasi. Breksi autoklastik terbentuk dari batuan terlipat oleh gaya orogenik yang kuat sehingga membuat batuan menjadi plastis dan sering pecah menjadi fragmen. Batuan autoklastik yang masih menunjukkan asalnya dapat disebut juga sebagai “dynamic breccia”, dan mereka yang menyerupai konglomerat biasa dapat disebut pseudo-konglomerat. Batuan yang bersifat rapuh seperti rijang, kuarsit, batugamping, greywackes, dan batusabak yang mengandung silika merupakan batuan yang paling mungkin menjadi autoklastik dan paling sering dijumpai dalam fenomena breksi autoklastik. Breksi autoklastik dapat terbentuk terbatas pada kedalaman 10.000 m terluar kerak bumi, dan pembentukan batuan autoklastik yang tersebar luas mungkin terbatas pada kedalaman 5.000 meter. Pada kedalaman yang lebih jauh di kerak bumi, tekanan dihasilkan dari semua arah sehingga batuan tidak dapat menahan tekanan dan terjadi rekahan-rekahan yang akan segera tertutupi oleh aliran. Akibatnya, pada kedalaman yang sangat dalam diperkirakan bahwa tidak ada celah yang terbentuk di batuan sebagai hasil dari gerakan dinamis, dan karena itu tidak ada breksi yang dihasilkan (Hise, 1896).



Gambar 1 Peta Geologi Area Bantimala (Kaharuddin, 2010, dimodifikasi dari Sukanto, 1982)

1.7.3 Struktur Geologi Regional

Batuan tua yang masih dapat diketahui kedudukan stratigrafi dan tektoniknya adalah sedimen flysch Formasi Balangbaru dan Formasi Marada; bagian bawah takselaras menindih satuan yang lebih tua, dan bagian atasnya ditindih takselaras oleh batuan yang lebih muda. Batuan yang lebih tua merupakan masa yang

terimbrikasi melalui sejumlah sesar sungkup, terbreksikan, tergerus, terdaunkan dan sebagian tercampur menjadi melange. Oleh karena itu kompleks batuan ini dinamakan Komplek Tektonik Bantimala. Berdasarkan himpunan batuanannya diduga Formasi Balangbaru dan Formasi Marada itu merupakan endapan lereng di dalam sistem busur-palung pada zaman Kapur Akhir. Gejala ini menunjukkan, bahwa melange di Daerah Bantimala terjadi sebelum Kapur Akhir (Sukamto, Rab dan Supriatna S., 1982).

Kegiatan gunungapi bawah laut dimulai pada Kala Paleosen, yang hasil erupsinya terlihat di timur Bantimala dan di daerah Birru (lembar Ujungpandang, Benteng & Sinjai). Pada Kala Eosen Awal, rupanya daerah di barat berupa tepi daratan yang dicirikan oleh endapan darat serta batubara di dalam Formasi Malawa; sedangkan di daerah timur, berupa cekungan laut dangkal tempat pengendapan batuan klastika bersisipan karbonat Formasi Salo Kalupang. Pengendapan Formasi Malawa kemungkinan hanya berlangsung selama awal Eosen, sedangkan Formasi Salo Kalupang berlangsung sampai Oligosen Akhir (Sukamto, Rab dan Supriatna S., 1982).

Akhir kegiatan gunungapi Miosen Awal itu diikuti oleh tektonik yang menyebabkan terjadinya permulaan terban Walanae yang kemudian menjadi cekungan tempat pembentukan Formasi Walanae. Peristiwa ini kemungkinan besar berlangsung sejak awal Miosen Tengah, dan menurun perlahan selama sedimentasi sampai Kala Pliosen. Menurunnya Terban Walanae dibatasi oleh dua sistem sesar normal, yaitu sesar Walanae yang seluruhnya nampak hingga sekarang di sebelah timur, dan sesar Soppeng yang hanya tersingkap tidak menerus di sebelah barat (Sukamto, Rab dan Supriatna S., 1982).

Selama terbentuknya terban Walanae, di timur kegiatan gunungapi terjadi hanya di bagian selatan sedangkan di barat terjadi kegiatan gunungapi yang hampir merata dari selatan ke utara, berlangsung dari Miosen Tengah sampai Pliosen. Bentuk kerucut gunungapi masih dapat diamati di daerah sebelah barat ini, di antaranya Puncak Maros dan G. Tondongkarambu. Suatu tebing melingkar mengelilingi G. Benrong, di utara G. Tondongkarambu, mungkin merupakan sisa suatu kaldera (Sukamto, Rab dan Supriatna S., 1982).

Sesar utama yang berarah utara-baratlaut terjadi sejak Miosen Tengah, dan tumbuh sampai setelah Pliosen. Pelipatan besar yang berarah hampir sejajar dengan sesar utama diperkirakan terbentuk sehubungan dengan adanya, tekanan mendatar berarah kira-kira timur-barat pada waktu sebelum akhir Pliosen. Tekanan ini mengakibatkan pula adanya sesar sungkup lokal yang menyasarkan batuan pra-kapur Akhir di Daerah Bantimala yang kemudian tertekan melawati batuan tersier (Sukamto, Rab dan Supriatna S., 1982).

1.7.4 Batupasir

Batupasir menempati 20-25% dari total batuan sedimen yang ada di bumi. Mereka adalah batuan umum dalam sistem geologi dari segala usia, dan tersebar di seluruh benua Bumi. Batupasir adalah batuan sedimen dengan komposisi penyusun butiran

berupa material-material klastika terigen berukuran dominan rata-rata 1/16 - 2 mm (Boggs, 2006). Batupasir tersusun atas lima komponen utama antara lain fragmen batuan (*lithic grains*), kuarsa, feldspar, matriks dan semen. Komponen penyusun batuan ini sangatlah mencerminkan kondisi geologi dan iklim dari sumber batuan tersebut. Klasifikasi yang telah diterima dari penamaan batupasir ialah berdasarkan dari persentase kuarsa, feldspar, fragmen batuan dan matriks pada batuan. Adapun komponen penyusun batuan ini berdasarkan dari hasil analisis serta determinasi dari sayatan tipis batuan di bawah mikroskop geologi (Tucker, 2003).

Komposisi batupasir dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan asal sedimentasi, proses-proses sedimentasi yang berlangsung secara alami dalam cekungan dan proses yang berlangsung dari provenance menuju basin. Bila ditinjau dari kelimpahannya, keterdapatan batuan sedimen hanya 7,9% dari total batuan yang menyusun kerak bumi. Namun, batuan sedimen merupakan jenis batuan yang tersebar paling luas dikulit bumi bila dibandingkan dengan jenis batuan lainnya. (Dickinson & Suczek, 1979)

1.7.5 Mineralogi Batupasir

Batupasir atau yang dikenal dengan batuan sedimen klastik adalah batuan yang terbentuk melalui proses perombakan batuan lain yang telah ada sebelumnya. Hasil rombakan itu kemudian mengalami transportasi oleh media air, angin atau es dan diendapkan di tempat lain. Endapan tersebut disebut sebagai sedimen. Dengan berjalannya waktu, endapan sedimen mengalami pembatuan atau litifikasi menjadi batuan sedimen. Mineral yang terkandung sebagian besar terdiri dari kuarsa dengan mineral umum lainnya termasuk feldspar, amfibol dan mineral lempung (Tucker, 1982).

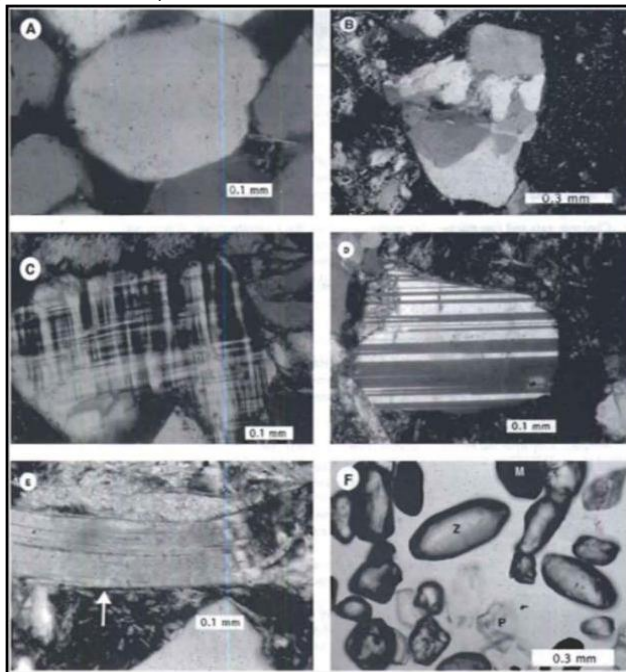
1. Kuarsa (Q)

Kuarsa (SiO_2) adalah mineral dominan yang umum pada batupasir, rata rata tersusun sekitar 50-60 % dari material penyusun. Kuarsa dapat terbentuk sebagai biji tunggal (monocrystalline) atau sebagai butir komposit (polycrystalline). Butiran kuarsa memiliki kenampakan berwarna putih susu hingga transparan seperti kaca, tanpa belahan pada permukaannya namun memiliki pecahan konkoidal. Butiran kuarsa umumnya memiliki semen 9 dengan tekstur khusus yaitu intergrowth di sekelilingnya dan akan memiliki kristal yang datar permukaannya, dan memantulkan cahaya (Tucker, 2003).

2. Feldspar

Mineral Feldspar membentuk sekitar 10-20 % dari material penyusun batupasir. Mineral paling melimpah kedua pada kebanyakan batupasir. Beberapa variasi feldspar sebagai dasar pembeda dalam komposisi kimia dan sifat optik. Feldspar dibagi menjadi dua kelompok besar: alkali feldspar dan plagioklas feldspar. Alkali feldspar merupakan sekelompok mineral di mana komposisi kimia dapat berkisar melalui serangkaian solid solution series dari KAlSi_3O_8 melalui (K, Na) AlSi_3O_8 ke $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$. Feldspar kaya pottasium adalah anggota umum kelompok ini, dan telah tersebar luas dikenal sebagai alkali feldspar pottasium feldspars, sering disingkat

menjadi K-spars. Anggota umum dari kelompok pottasium feldspar termasuk ortoklas, mikroklin dan sanidin. Plagioklas feldspar membentuk kompleks solid solution mulai komposisi dari $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (albit) melalui $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (anortit). Plagioklas feldspar umumnya dapat dibedakan dari feldspar potasium berdasarkan sifat optik seperti kembaran dengan petrografi. Feldspar potasium umumnya dianggap lebih berlimpah secara keseluruhan dalam batuan sedimen daripada feldspar plagioklas; Namun, plagioklas lebih melimpah pada batupasir yang berasal dari batuan vulkanik. Butiran feldspar umumnya sedikit atau hampir sepenuhnya digantikan oleh mineral lempung. Oleh sebab itu mereka tidak memiliki kenampakan kilap yang segar layaknya kuarsa, biasanya berwarna putih hingga merah muda. Belahan pada permukaan yaitu berupa kembaran yang bisanya dilihat pada bidang pecahan ketika mineral ini memantulkan cahaya. Pada beberapa kasus singkapan batupasir, feldspar telah terlarutkan, meninggalkan pori sehingga kuarsa akan mendominasi (Tucker, 2003).



Gambar 2 Material penyusun utama pada batupasir (Boggs, 2006).

Keterangan :

A. Kuarsa monokristalin, Roubidoux Fm. (Ordovician), Missouri. B. Kuarsa polikristalin, batupasir Miosen, Laut Jepang. C. Potassium feldspar (mikroklin), Bateman Fm. (Eosen), Oregon. D. Plagioklas feldspar, Bateman Fm. (Eosen), Oregon. E. Mika (muskovit), Bateman Fm. (Eosen), Oregon. F. Mineral berat (Z = Zirkon; M = magnetit; P = piroksin), (Boggs, 2006).

3. Fragmen Batuan (Lt)

Fragmen-fragmen batuan yang belum hancur untuk menghasilkan butir mineral

individu disebut fragmen batuan atau clast. Fragmen batuan membentuk sekitar 15-20 % dari material penyusun pada rata-rata batupasir. Namun, kandungan Rock Fragment batupasir sangat bervariasi dan berkisar dari nol hingga lebih dari 95 % (Boggs, 2006).

Menurut Tucker (2003), fragmen batuan dapat dikenali dengan kehadiran komposisi material yang terbentuk secara alami dan kenampakan hasil dari proses alterasi. Pada umumnya kehadirannya kurang lebih melimpah dibandingkan kehadiran feldspar. Fragmen dapat dimasukkan kedalam kelas metakuarsit, dan beberapa variasi lainnya seperti batuan beku plutonik (Lp), vulkanik (Lv), metamorf (Lm) dan kelas sedimen (Ls) itu sendiri (Dickinson & Suczek, 1979).

4. Mineral Asesoris

Mineral yang memiliki kelimpahan rata-rata di batuan sedimen kurang dari sekitar 1-2 % disebut mineral aksesori. Mineral ini termasuk yang umum mika, muskovit (white mica) dan biotit (dark mica), dan sejumlah besar yang 11 disebut mineral berat, yang lebih besar dan sitasnya dari kuarsa. Kelimpahan rata-rata dari mika kasar dalam batuan sedimen silisiklastik adalah kurang dari sekitar 0,5 persen, meskipun beberapa batupasir mungkin mengandung 2-3 persen. (Boggs, 2006).

Mineral yang memiliki berat jenis lebih besar dari sekitar 2,9 disebut mineral berat. Mineral ini termasuk varietas yang stabil secara kimiawi dan tidak stabil (labil). Mineral berat yang stabil seperti zirkon dan rutil dapat bertahan dari beberapa daur ulang dan umumnya bulat, menunjukkan bahwa sumber terakhir adalah sedimen. Mineral kurang stabil, seperti magnetit, piroksin dan amphibol, kecil kemungkinannya untuk bertahan pada proses daur ulang. Mereka umumnya siklus sedimen pertama yang mencerminkan komposisi sumber batuan terdekat. Dengan demikian, mineral berat juga merupakan indikator dari batuan sumber sedimen karena berbagai jenis batuan sumber menghasilkan berbagai mineral berat yang berbeda. Mineral berat berasal dari berbagai jenis batuan beku, metamorf, dan sedimen (Boggs, 2006).

5. Matriks

Butiran dalam batupasir yang lebih kecil sekitar 0,03 mm, yang mengisi ruang "interstisial" diantara butiran penyusun material, yang disebut sebagai matriks. Matriks mungkin termasuk mika ukuran halus, kuarsa, dan feldspar. Namun, mineral lempung membentuk sebagian besar butir matriks (Boggs, 2006).

6. Semen

Material pada sebagian besar batuan sedimen silisiklastik terikat bersama oleh beberapa jenis semen mineral. Bahan penyemenan ini dapat berupa mineral silikat seperti mineral kuarsa dan opal atau nonsilikat seperti kalsit dan dolomit. Kuarsa adalah mineral silikat yang paling umum yang bertindak sebagai semen. Dalam kebanyakan pada batupasir, semen kuarsa secara kimia melekat pada kisi kristal dari butiran kuarsa yang ada, membentuk semen yang disebut Overgrowths. Overgrowths dapat dikenali oleh garis kotoran atau gelembung yang menandai permukaan butir asli. Kuarsa overgrowths sangat umum pada batupasir kaya kuarsa (Boggs, 2006).

Mineral karbonat adalah mineral non-mineral yang paling melimpah di batuan sedimen silisiklastik. Kalsit adalah semen karbonat yang umum. Ini

diendapkan di ruang pori di antara butiran material penyusun biasanya membentuk mosaik kristal yang lebih kecil. Kristal-kristal ini untuk material penyusun yang lebih besar dan mengikatnya bersama. Semen karbonat yang kurang umum adalah dolomit dan siderit (besi karbonat). Mineral lain yang bertindak sebagai semen dalam batupasir termasuk mineral oksida besi hematit dan limonit, felspar, anhidrit, gipsum, barit, mineral halit, dan mineral zeolit.

1.7.6 Klasifikasi Batupasir

Adapun klasifikasi batupasir dapat dibagi menjadi dua yaitu berdasarkan ukuran butir dan komposisi mineral

a. Ukuran Butir

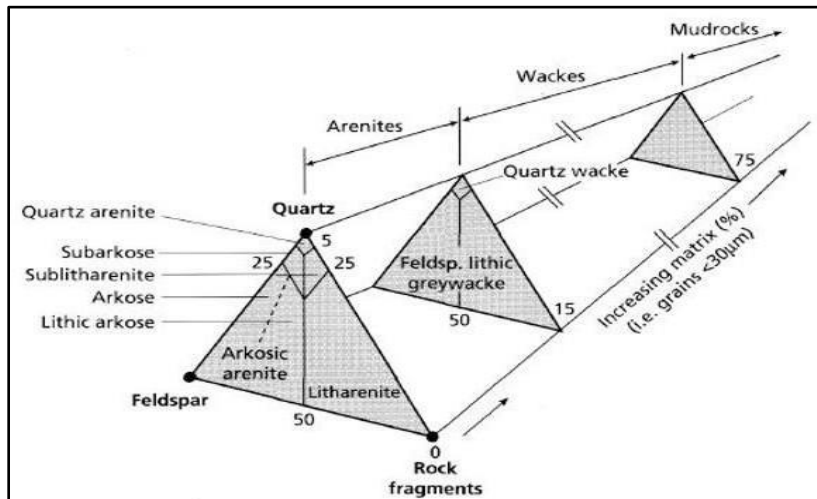
Ukuran partikel sedimen merupakan salah satu faktor terpenting dalam klasifikasi batuan sedimen, khususnya sedimen klastik. Skala Wentworth adalah sebuah skala yang dalam geologi digunakan untuk mengklasifikasikan sedimen berdasarkan ukuran partikelnya. Skala Wentworth pertama diperkenalkan oleh pada tahun 1922 oleh Chester K. Wentworth.

Tabel 1 Skala Wentworth (1922)

NAMA PARTIKEL		DIAMETER PARTIKEL (mm)
Kerikil (<i>gravel</i>)	<i>Boulders</i>	> 256
	<i>Cobbles</i> (bongkah)	64 – 256
	<i>Pebbles</i> (kerikil)	4 – 64
	<i>Granules</i> (butir)	2 – 4
Pasir (<i>sand</i>)	<i>Very coarse sand</i> (sangat kasar)	1 – 2
	<i>Coarse sand</i> (kasar)	0,5 – 1
	<i>Medium sand</i> (sedang)	0,25 – 0,5
	<i>Fine sand</i> (halus)	0,125 – 0,25
	<i>Very fine sand</i> (sangat halus)	0,0625 – 0,125
Lanau (<i>silt</i>)		0,004 – 0,0625 (1/256 – 1/16)
Lempung (<i>clay</i>)		< 0,004 (< 1/256)

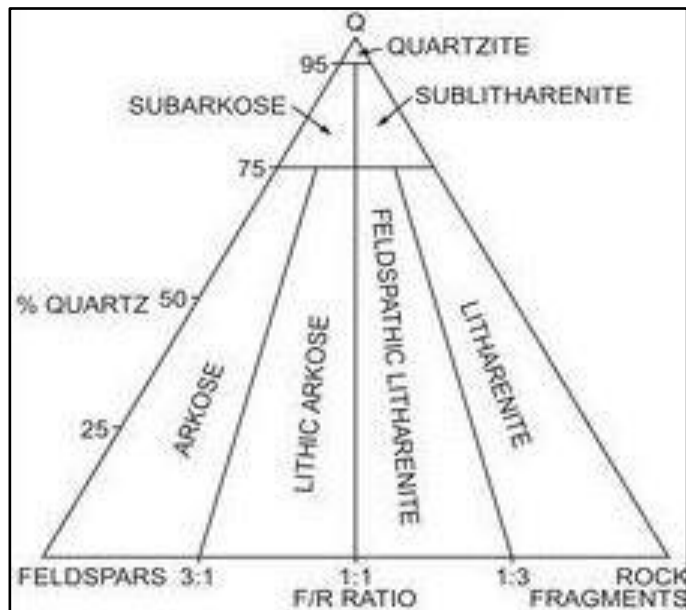
b. Komposisi Mineral

Penamaan batupasir dengan menggunakan klasifikasi menurut Pettijohn (1975) yang berdasarkan pada jumlah komposisi mineral kuarsa, feldspar, fragmen batuan dan matriks. Adapun matriks pada batuan sedimen ialah material berukuran lanau dan lempung. Arenit dan wacke terbagi lagi berdasarkan kehadiran Q-F-L pada diagram, dimana Q bersesuaian dengan persentase kehadiran kuarsa, F bersesuaian dengan kehadiran feldspar (baik alkali maupun plagioklas), dan L bergantung terhadap kehadiran material litik (Pettijohn 1975).



Gambar 3 Klasifikasi batupasir menurut Pettijohn (1975)

Sedangkan penamaan batuan menggunakan klasifikasi Folk 1974 berdasarkan pada komposisi Kuarsa, feldspar dan Fragmen batuan tanpa memperhatikan matriks batuan.



Gambar 4 Klasifikasi batupasir menurut Folk (1974)

1.7.7 Provenance

Studi mengenai batuan sedimen baik secara megaskopis maupun mikroskopis dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satunya untuk mengetahui perubahan lingkungan yang terjadi pada suatu wilayah, dengan meneliti sumber material pembentuk batuan sedimen, yang dihubungkan dengan lingkungan pengendapannya. Perbedaan karakteristik suatu batuan, terutama batuan sedimen, dipengaruhi oleh kandungan mineral yang ada di dalamnya, asal atau karakteristik dari mineral itu sendiri, kondisi pembentukan mineral tersebut, dan kondisi dari lingkungan pengendapan material sedimen. (Purasongka, 2015)

Proses terbentuknya batuan sedimen diantaranya dapat diketahui dengan meneliti lingkungan pengendapan dan sumber sedimennya (*Provenance*). Berdasarkan terminologi, kata *provenance* berasal dari bahasa Prancis "*provenir*" yang berarti sumber (Boggs, 1992). *Provenance* merupakan semua faktor yang berhubungan dengan pembentukan batuan sedimen, terlebih khusus pada batuan asal dan *setting* tektonik. Studi mengenai *provenance* mulai berkembang ketika dilakukan oleh Fleet (1926) yang mengenalkan metode kuantitatif perhitungan butir mineral penyusun batuan untuk meningkatkan estimasi frekuensi kehadiran mineral secara relatif melalui analisis petrografi.

1.7.8 Asal Mineral Kuarsa

Mengenai asal mineral kuarsa, menurut Krynine (1940) dalam Folk (1974) memberikan pengenalan asal dari mineral-mineral kuarsa, yaitu:

1. Kuarsa plutonik. Berasal dari batuan beku yang terbentuk di bawah permukaan bumi yang dalam, dari jenis batuan granit, batolit ataupun granit gneiss.
2. Kuarsa vulkanik. Kuarsa ini berasal dari batuan beku yang terbentuk di atas permukaan maupun didekat permukaan bumi yang dalam, dari jenis dasit, ryolit, trakit dan batuan beku vulkanik lainnya.
3. Kuarsa urat. Kuarsa ini berasal dari batuan beku jenis pegmatit atau hidrotermal yang sangat umum, sedangkan *sedimentary vein filling* sangat jarang sekali.
4. Kuarsa metamorf terkristalisasi kembali. Kuarsa ini berasal dari rekristalisasi metakuarsit, gneiss dan batuan metamorf tingkat tinggi lainnya.

Berdasarkan Dickinson dkk (1979), kuarsa yang dideterminasi adalah kuarsa monokristalin (Qm) dan polikristalin (Qp).

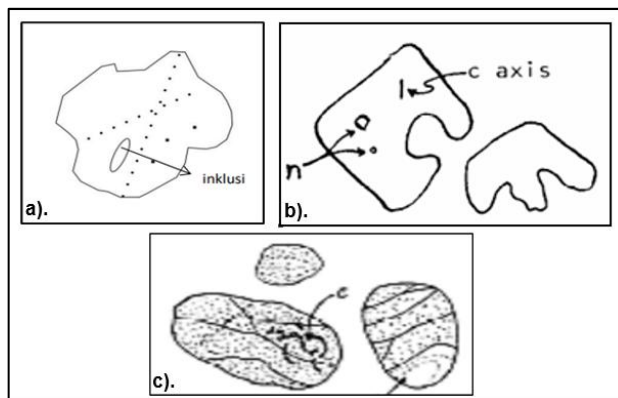
1. Kuarsa monokristalin merupakan kuarsa yang terdiri atas kristal tunggal. Ketika dalam suatu sedimen terdapat mineral kuarsa monokristalin menunjukkan bahwa kuarsa pada sedimen tersebut berasal dari batuan beku atau dari batuan sedimen lainnya.
2. Kuarsa polikristalin merupakan kuarsa yang terdiri dari dua atau lebih unit kristal. Kuarsa polikristalin pada batuan sedimen menunjukkan bahwa mineral kuarsa tersebut berasal dari batuan metamorf. Suatu mineral yang mengalami proses metamorfisme akan sangat mungkin terbentuk mineral baru atau

bahkan terjadi rekristalisasi mineral (dalam hal ini mineral kuarsa) yang telah ada sebelumnya.

Krynine (1940) dalam Folk (1974) melakukan pengelompokan mineral kuarsa berdasarkan tempat terbentuknya yaitu plutonik, vulkanik, sekis metakuarsit merenggang, metakuarsit terekristalisasi dan hidrotermal yang dikenal sebagai klasifikasi genetik. Berikut merupakan pembagian dari klasifikasi genetik kuarsa:

1. Mineral Kuarsa pada Batuan Beku

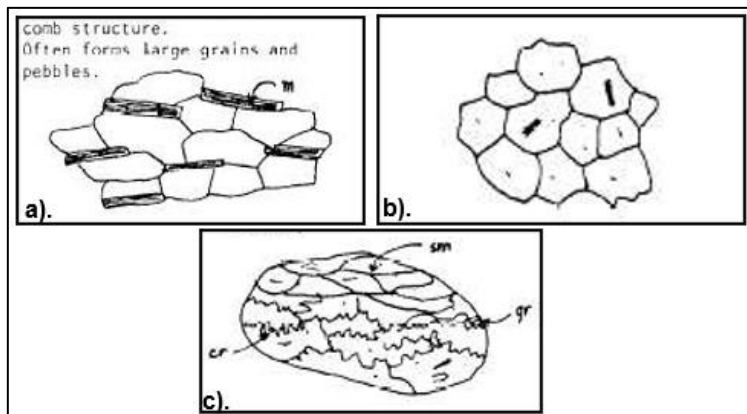
- a. Kuarsa Batuan Beku Plutonik (plutonic quartz), memiliki kenampakan gelapan sejajar hingga miring. Dijumpai dalam bentuk tunggal (monokristalin), berbentuk xenomorfik, inklusi mineral dijumpai tapi tidak dalam jumlah banyak seperti; rutile, zircon, mika, feldspar, biotit, hornblende, dan turmalin.
- b. Kuarsa Batuan Vulkanik (Vulcanic quartz), memiliki tekstur embayment, bentuk bipiramidal-heksagonal dengan sudut-sudut kerystal membulat, tidak dijumpai inklusi.
- c. Kuarsa Vein, berasal dari aktivitas hidrotermal dan memiliki inklusi dalam bentuk vakuola melimpah



Gambar 5 a) Kuarsa yang berasal dari Plutonic (b) Kuarsa yang berasal dari Vulkanik (c) Kuarsa yang berasal dari aktivitas hidrotermal (Krynine, 1940 dalam Folk, 1974).

2. Mineral Kuarsa Batuan Metamorf

- a. Kuarsa *Schistose Metamorphic*, memiliki bentuk mineral yang memipih, berbutir dan inklusi mineral berupa mineral mika serta inklusi mineral batuan metamorf.
- b. Kuarsa *Recrystallized Metamorphic*, dicirikan dengan tekstur *interlocking* atau saling mengunci satu sama lain dan tersusun secara mosaik. Dijumpai inklusi mineral berupa mikrolit.
- c. Kuarsa *stretched Metamorphic*, dicirikan dengan bentuk memanjang, berbutir komposit, gelapan miring, hingga bergelombang kuat. Memiliki inklusi seperti mineral mika, silimanit maupun garnet.



Gambar 6 a) kuarsa yang berasal dari Schistose Metamorphic b) kuarsa yang berasal dari Recrystallized Metamorphic c) Kuarsa yang berasal dari stretched Metamorphic (Krynine, 1940 dalam Folk, 1974)

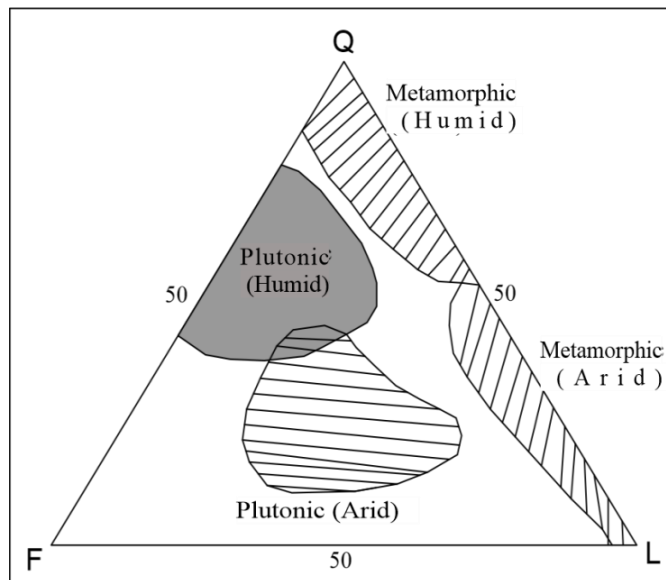
3. Mineral Kuarsa Hasil Proses Sedimentasi

Kuarsa hasil proses sedimentasi atau rombakan ini tidak mempunyai bentuk yang diagnostik, namun secara umum mempunyai bentuk yang lebih membulat dengan ukuran butir yang hampir sama serta kadang-kadang memperlihatkan adanya gejala *overgrowth* dengan bentuk kristal idiomorfik. Warna dari mineral kuarsa ini bermacam-macam, hal ini disebabkan karena banyaknya mineral-mineral pengotor yang dikandungnya seperti inklusi bahan organik dan inklusi mineral klorit, hematit, dan lainnya

1.7.9 Iklim Tektonik

Iklim sangat dikontrol oleh posisi lintang bumi dan seberapa jauh jarak terhadap samudera. Iklim tropis yang lembab (*humid*) secara umum berada lebih dekat daerah khatulistiwa dan iklim kering (*arid*) hingga semi-kering (*semi-arid*) secara umum lebih jauh dari samudera dan berada di lintang sub-tropis. Iklim berpengaruh dalam mengontrol batuan pada waktu itu (Firmansyah dkk, 2017)

Data iklim daerah sumber dapat diketahui dengan mengeplot persentase mineral kuarsa, feldspar dan litik pada diagram klasifikasi *paleoclimate* menurut (Suttner et al, 1981). Iklim pada waktu itu sangat berpengaruh dalam mengontrol proses-proses pembentukan dan pengendapan batuan. (Suttner et al, 1981)



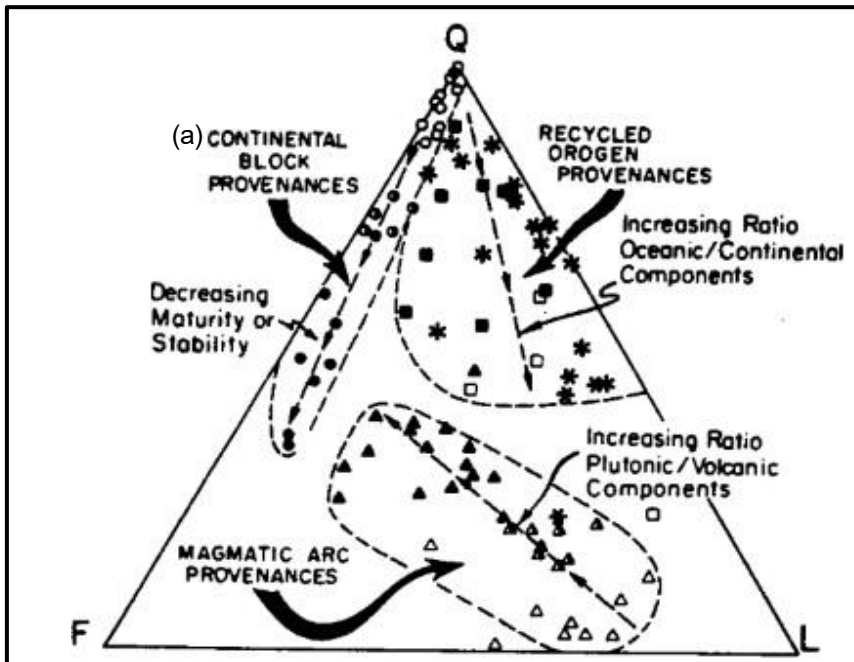
Gambar 7 Diagram hasil pengeplotan iklim daerah sumber (*paleoclimate*) batupasir pada daerah penelitian Suttner et al. (1981)

1.7.10 Tatanan Tektonik

Menurut Boggs (1992) dasar dalam melakukan interpretasi lingkungan tektonik daerah asal adalah asumsi bahwa detritus mineral dan geokimia mencerminkan tidak hanya litologi batuan asal, tetapi juga kondisi umum lempeng tektonik. Kondisi tektonik lempeng terdiri dari dua hal yaitu lingkungan provenan utama (blok kratonik, sistem busur vulkanik, jalur kolisi) dan batas antar lempeng (passive or rifted continental margin, active or orogenic continental margin, transform-fault margin). Setiap kondisi tektonik lempeng utama menghasilkan batuan asal yang berbeda.

Dickinson dan Suczek (1979) menyatakan bahwa batupasir dipengaruhi oleh karakter dari batuan asal, lingkungan selama proses sedimentasi dan hubungannya terhadap cekungan serta jalur transportasi yang menghubungkan antara batuan asal dan cekungan. Hubungan antara batuan asal dan cekungan ditentukan oleh lempeng tektonik, yang secara langsung mengontrol distribusi dari jenis batupasir yang berbeda-beda. Tipe provenan dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu blok kontinental, busur magmatik dan orogen terdaurkan. Karakter dari semen dan matriks batupasir sangat berfungsi dalam interpretasi mengenai diagenesis, studi provenan dengan memperhatikan komposisi dari material detrital.

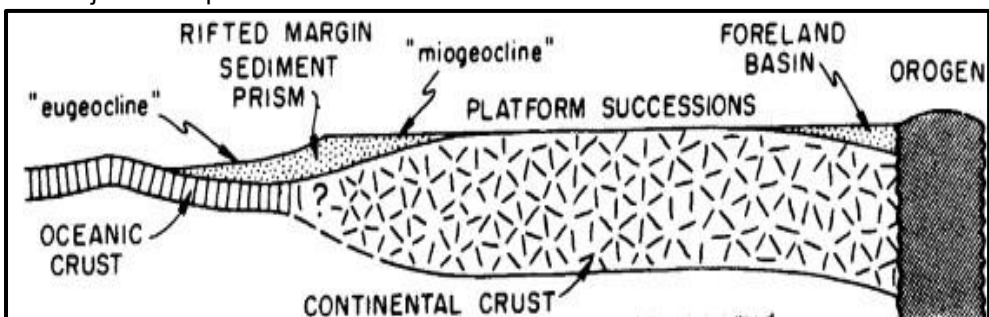
Menurut Dickinson (1979), terdapat tiga kelompok provenan, antara lain continental block, magmatic arc dan recycled orogen provenance.



Gambar 8 Diagram Segitiga Q-F-L menurut Dickinson dan Suczek (1979). (a) Continental block, (b) Magmatic arc, (c) Recycled orogen.

1. Continental Block

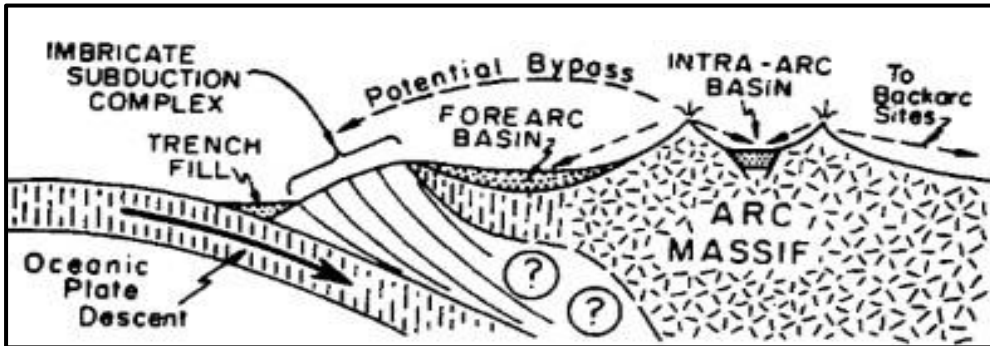
Lingkungan ini menghasilkan detritus yang berasal dari daerah non orogenik atau dari kraton yang stabil dan dari daerah mengalami pengangkatan secara lokal, umumnya basement tersesarkan. *Continental block* dibagi menjadi dua macam yaitu *craton interior* dan *uplifted basemet* yang masing-masing mencirikan batupasir yang berbeda-beda. Secara umum batupasir yang dihasilkan pada *continental block* ini adalah jenis batupasir kuarsa.



Gambar 9 Diagram yang menunjukkan provenan yang berasal dari *continental block* yang berasosiasi dengan cekungan.

2. Magmatic Arc

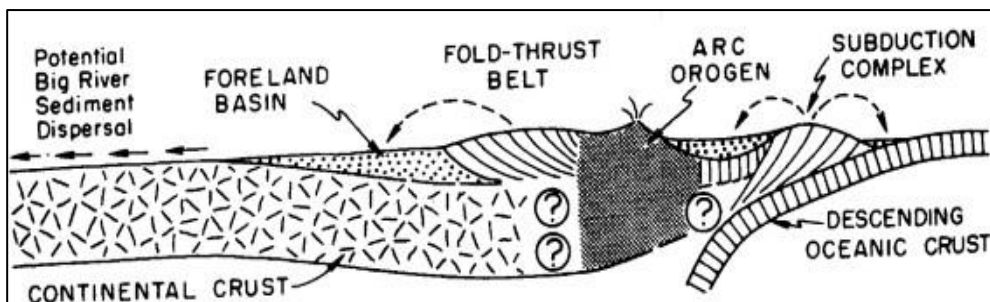
Tipe provenan ini memiliki karakteristik fragmen yang berasal dari rombakan batuan vulkanik dan plutonik yang berasal dari strato-volkan berupa campuran yang bersifat arkosan dan silika. Pengangkatan dari kompleks subduksi yang terhubung dekat dari *magmatic arc* yang berasosiasi dengan *trench* yang berperan sebagai tipe provenan dari *recycled orogeny*.



Gambar 10 Diagram yang menunjukkan pemisahan dari aktif *orogen magmatic*.

3. Recycled Orogen

Recycled Orogen atau daerah orogen terdaurkan merupakan suatu perulangan orogenesis yang terjadi pada suatu lingkungan tektonik yang mengalami proses pengangkatan, perlipatan dan erosi. Daerah ini meliputi zona penunjaman, daerah cekungan belakang busur, dan zona tumbukan antara lempeng mikro. Zona penunjaman meliputi jalur melange di sepanjang daerah tektonik yang terdapat diantara *trench* dan *fore arc basin*. Karakteristik batupasir pada lingkungan ini ialah dengan fragmen hasil rombakan yang termasuk dalam tipe batuan sedimen dengan kandungan feldspar dan kuarsa yang tinggi. Batupasir pada lingkungan ini dapat dijumpai dilapangan dengan asosiasinya dengan sedimen laut dalam dan lava bantal.

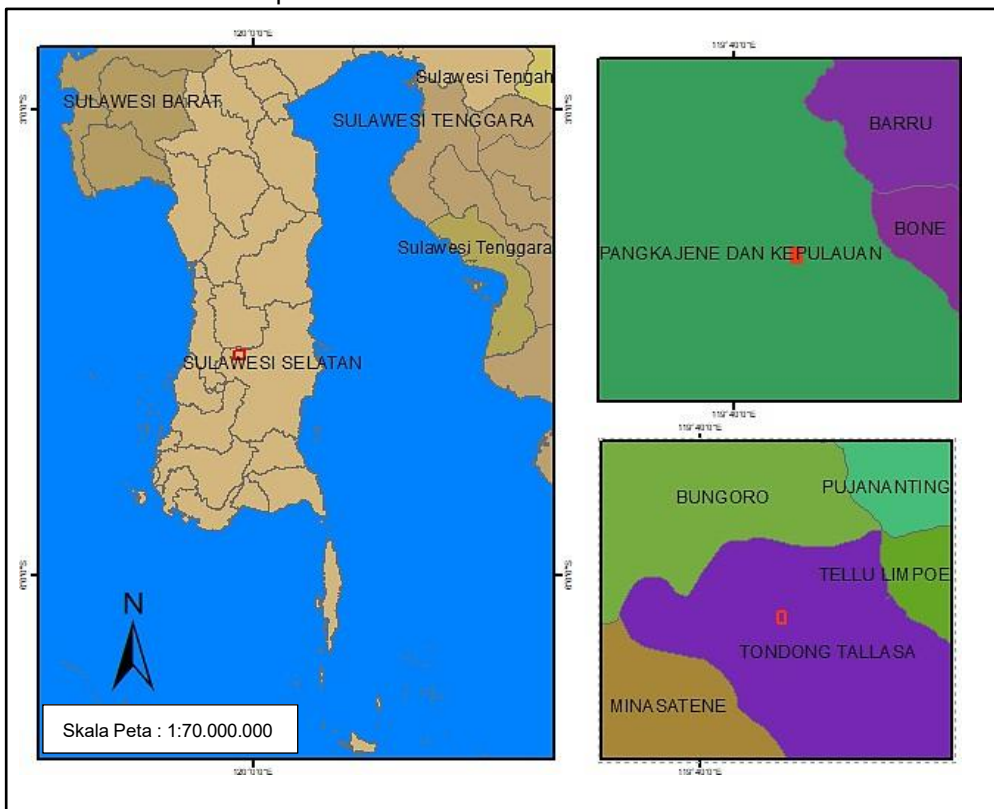


Gambar 11 Diagram yang menunjukkan provenan dari lingkungan *Recycled Orogen*.

BAB II METODOLOGI

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Secara administrasi lokasi penelitian ini termasuk dalam desa Bulu Tellue Kecamatan Tondong Tallasa Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan dan secara geografis terletak pada koordinat $119^{\circ}40'30.00''$ - $119^{\circ}40'50.00''$ BT dan $4^{\circ}47'50''$ - $4^{\circ}48'10''$ LS. Daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Indonesia Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi Skala 1:250.000 dan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000 Lembar Pangkajene 2011-31 yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) Edisi I Tahun 1991 (Cibinong, Bogor). Daerah ini dapat dicapai dengan menggunakan transportasi darat dengan waktu tempuh sekitar kurang lebih 2 jam dengan jarak sekitar 77 km ke arah Utara Kota Makassar. Kondisi jalan yang dilalui berupa jalan beraspal dengan kondisi baik dan dapat ditempuh dengan kendaraan roda dua atau roda empat.



Gambar 12 Peta Tunjuk Lokasi daerah penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama kegiatan penelitian ini terbagi dalam dua kategori yakni alat yang digunakan pada saat pengambilan data di lapangan dan alat yang digunakan pada saat analisa laboratorium.

Alat dan bahan yang digunakan pada saat pengambilan data di lapangan adalah sebagai berikut :

1. Peta Topografi berskala 1 : 25.000 yang merupakan hasil perbesaran dari peta rupa bumi sekala 1 : 50.000 terbitan Bakosurtanal Edisi I tahun 1991
2. *Global Positioning System* (GPS tipe *Garmin 76C*sx)
3. *Software* digitasi peta *Arc GIS 10.8*
4. Kompas geologi
5. Palu geologi
6. Lup dengan pembesaran 10x
7. Buku catatan lapangan
8. Larutan HCl (0,1 M)
9. Kantong sampel
10. Alat tulis menulis
11. Perlengkapan pribadi

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama analisis laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Laptop
2. *Software* digitasi peta *Arc GIS 10.8*
3. Mikroskop polarisasi untuk analisis petrografi
4. Conto batuan, sayatan tipis
5. Alat tulis-menulis
6. Foto sayatan tipis
7. Literatur

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 (dua) yaitu, observasi lapangan dengan pemetaan geologi dan analisis laboratorium secara petrografi dilakukan untuk mengetahui karakteristik mikroskopis batuan dan menganalisis secara khusus kandungan kuarsa, feldspar, dan litik fragmen untuk penentuan provenance batupasir daerah penelitian.

2.3.1 Pengambilan Data Lapangan

Tahap penelitian lapangan ini meliputi pengambilan data lapangan yang dilakukan pada daerah, Bulu Tellue Kecamatan Tondong Tallasa Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Provinsi Sulawesi Selatan. Pengambilan data lapangan meliputi :

1. Penentuan titik koordinat stasiun pengamatan sampel yang akan diplot pada

peta dasar dengan skala 1:2500 dengan menggunakan GPS (*Global Positioning Sistem*).

2. Pengambilan data lapangan berupa sampel 7 stasiun pengambilan sampel batupasir dengan keadaan fisik berupa warna yang berbeda-beda.
3. Sampling atau pengambilan contoh batuan dilakukan dengan menggunakan palu geologi, kemudian mendeskripsi singkapan yang terdiri dari: warna, tekstur batuan, struktur batuan, komposisi mineral, dan pengambilan dokumentasi berupa gambar dan foto singkapan.



Gambar 13 Dokumentasi pengambilan data lapangan pada Blok Batupasir

2.3.3 Tahap Pengolahan Data

Data-data lapangan selanjutnya diolah untuk dianalisis dan diinterpretasi lebih lanjut, pengolahan data tersebut mencakup :

1. Pemilihan Sampel (*Sorting*), dalam tahapan ini dimaksudkan untuk memilih sampel yang mewakili (representatif) dari seluruh singkapan yang diteliti.
2. Sampel selanjutnya akan dibuat sayatan tipis (*thin section*) kemudian akan dilakukan pengamatan petrografi. Pengamatan petrografi dilakukan di dalam Laboratorium Petrografi Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin. Pengamatan ini digunakan untuk mengetahui komposisi material penyusun batuan secara mikroskopis sehingga dapat diketahui karakteristik batuan dengan detail.

2.3.4 Tahap Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah pengumpulan data lapangan dan data petrografi menggunakan mikroskop polarisasi untuk mendeskripsi dan menganalisis kandungan kuarsa, litik fragmen, feldspar, dan mineral asesori. Adapun analisis data bertujuan untuk :

1. Mengetahui jenis batupasir daerah penelitian.

Penentuan nama dilakukan dengan menggunakan diagram Q-F-R klasifikasi Pettijohn 1975 yang berdasarkan pada kelimpahan mineral kuarsa, feldspar dan fragmen batuan dengan memperhatikan matriks batuan. Persentase kelimpahan mineral kuarsa, feldspar dan fragmen batuan kemudian diplot pada diagram

tersebut sehingga dapat diketahui jenis dari batupasir daerah penelitian.

2. Mengetahui provenance batupasir daerah penelitian.

Kemudian penentuan batuan asal dilakukan dengan menganalisis mineral kuarsa, rock fragment dan mineral asesori. Analisis jenis kuarsa dilakukan menurut Dickinson & Suczek (1979) dan karakteristik variasi kuarsa sehubungan dengan genetiknya menurut Krynine (1940) dalam Folk (1974).

2.3.5 Penyusunan Laporan

Tahap akhir dari penelitian yaitu tahap penyusunan sebuah laporan yang dibuat berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Laporan ini merupakan skripsi dari peneliti sendiri sebagai syarat kelulusan di Departemen Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin.

Tabel 2 Diagram Alir Penelitian