

SEDIMEN PASANG-SURUT DI KALI KERUH, DESA LOR AGUNG,  
KABUPATEN PEKALONGAN  
*TIDAL SEDIMENTARY ROCKS AT THE KERUH CREEK, LOR AGUNG VILLAGE,  
PEKALONGAN RESIDENTS*

Oleh :

Surono Martosuwito dan Rachmat Fakhruddin

Pusat Survei Geologi  
Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122  
Email: drsurono@yahoo.com

### Abstrak

Singkapan sedimen yang diukur di Kali Keruh mempunyai ketebalan 194 m. Batuannya penyusunnya terdiri atas batulumpur, batulempung, napal dan batulanau; dengan sisipan batupasir. Singkapan itu merupakan endapan pasang-surut, yang lingkungannya berubah-ubah dari zona pasir sampai zona lumpur. Perubahan lingkungan itu mungkin disebabkan oleh tektonik lokal. Batuan penyusun singkapan itu dan lingkungan pengendapannya sama dengan Formasi Merawu, namun mempunyai perbedaan umur. Analisa Foraminifera contoh batuan dari singkapan itu menghasilkan umur N17 – N19 atau akhir Miosen Akhir – akhir Pliosen Awal, sedangkan Formasi Merawu berumur N4 – N13 atau Miosen Awal – Miosen Tengah.

Kata kunci: pasang-surut, zona lumpur, Formasi Merawu dan Kali Keruh.

### Abstract

*Sedimentary rocks cropped out at the Keruh Creek have a thickness of 194 m. Its lithology consists of mudstone, claystone, marl, and siltstone; with sandstone intercalations. The out crop, which was deposited on tidal flat, has a vary sedimentary environment, from sand zone to mud zone. This sedimentary environment was caused by local tectonics. Lithology and sedimentary environment of the outcrop are similar to the Merawu Formation, but both of them have difference ages. Foraminiferas analysis of samples taken from the out crop have N17 – N19 of age or latest Late Miocene – latest Early Pliocene. On the other hand, the Merawu Formation has age of N4 – N13 or Early Miocene – Middle Miocene.*

*Key words: tidal flat, mud zone, Merawu Formation, and Keruh Creek.*

### Pendahuluan

Cekungan Serayu adalah cekungan busur belakang yang menempati daerah Banjarnegara dan Purbalingan, Provinsi Jawa Tengah. Cekungan ini sangat dipengaruhi oleh perkembangan tektonik sejak pra-Tersier sampai sekarang dan kegiatan gunungapi di sekitarnya. Dengan demikian batuan sedimen yang mengisi cekungan itu akan sangat dipengaruhi oleh kedua faktor tersebut. Batuan sedimen pengisi cekungan itu berumur mulai Oligosen – Pliosen (Bachri, 2011).

Lokasi penelitian dilakukan di Kali Keruh, Desa Lor Agung, Kecamatan Kandang Serang, Kabupaten Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1). Kali Keruh merupakan anak Sungai Comal, yang secara

umum mengalir ke utara dan bermuara di Laut Jawa. Pengamatan dan perekaman data di Kali Keruh dilakukan pada singkapan, yang sangat baik sepanjang sekitar 300 m menerus tanpa terputus itu, dimulai pada koordinat 07° 07' 46,8" LS dan 109° 29' 25,44" BT. Lokasi itu merupakan bagian utara dari Cekungan Serayu, yang disebut *North Serayu Range* oleh van Bemmelen (1949). Lokasi tersebut dapat dicapai dengan kendaraan roda empat dari Banjarnegara dengan waktu tempuh sekitar satu setengah jam dan sekitar satu jam dari Pekalongan.

Maksud penelitian ini melakukan pengamatan dan perekaman data lapangan untuk membuat stratigrafi terukur. Tujuannya mengetahui proses dan lingkungan pengendapan singkapan batuan di daerah penelitian.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kali Keruh, yang merupakan anak Sungai Comal.

## Metodologi

Metoda penelitian meliputi pengambilan data lapangan dan ditunjang dengan analisa laboratorium, terutama analisa paleontologi. Pengambilan data lapangan dilakukan dengan melakukan pengukuran stratigrafi terukur di Kali Keruh. Pengamatan dan pengukuran meliputi perekaman data warna, tekstur dan struktur serta komposisi batuan; struktur sedimen, geometri perlapisan, arah dan jurus perlapisan dan kenampakan visual lainnya. Analisa laboratorium dilakukan untuk menganalisa kandungan foraminifera guna menentukan umur dan membantu dalam penentuan lingkungan pengendapan.

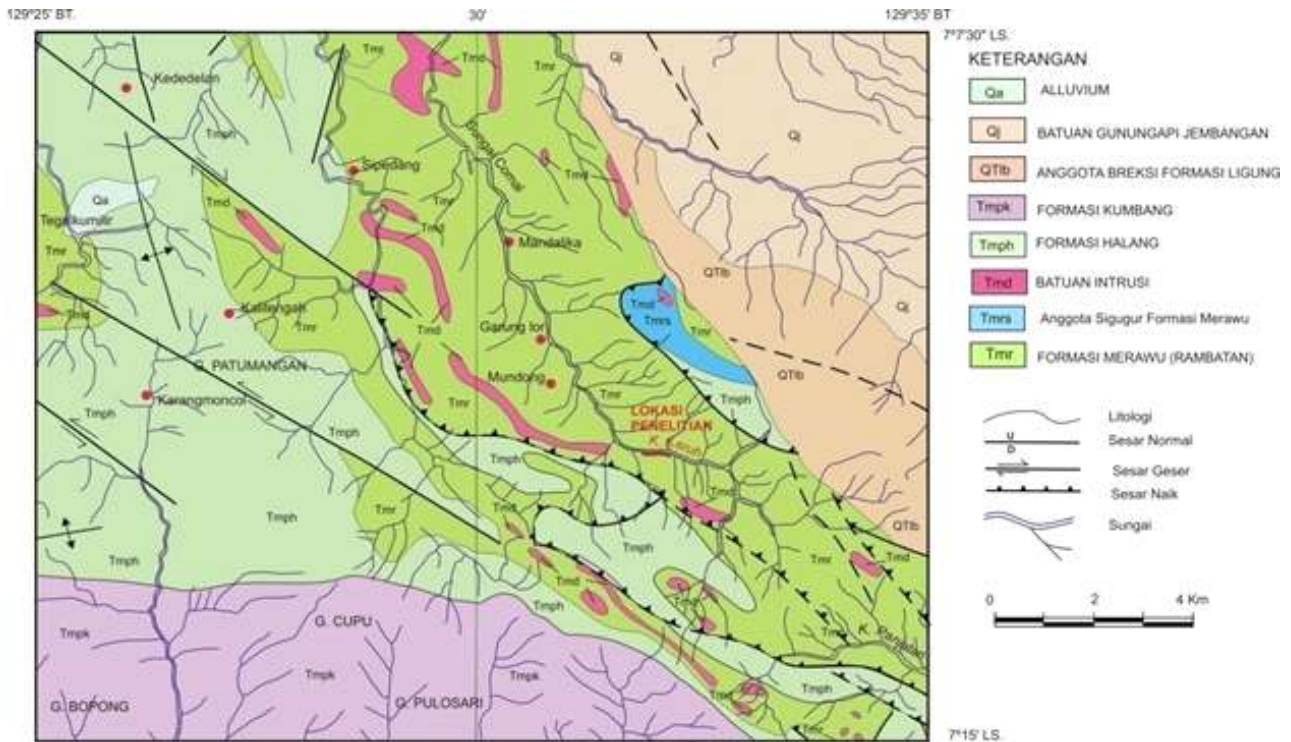
## Stratigrafi

Kawasan di sekitar daerah penelitian termasuk dalam dua lembar peta geologi skala 1 : 100.000 (Gambar 2), yakni Lembar Purwokerto – Tegal (Djuhri dr., 1996) di bagian barat dan Lembar Banjarnegara – Pekalongan (Condon dr., 1996) di bagian timur. Satuan batuan tertua dalam kawasan itu adalah Formasi Merawu (Tmr, Gambar 2), yang terdiri atas perselingan batulumpur, serpih, batulempung, napal dengan sisipan batupasir. Nama

Formasi Merawu diberikan oleh van Bemmelen (1937, 1949), kemudian belakangan Condon dr. (1996) dan Djuhri dr. (1996) menamakan menjadi Formasi Rambatan. Formasi ini mempunyai Anggota Sigugur yang batuanannya didominasi batugamping. Dalam makalah ini nama Formasi Merawu masih tetap dipertahankan. Menurut Bachri (2011) formasi ini merupakan sedimen pasang-surut yang diendapkan pada N4 – N13 atau Miosen Awal – Miosen Tengah. Masih menurut Bahcri (2011) Formasi Merawu dapat dibagi menjadi dua anggota, Anggota Batupasir dan Anggota Batulempung. Kedua anggota itu berhubungan saling menjemari.

Formasi Merawu ditindih secara selaras oleh Formasi Halang (Tmh), yang terdiri atas perselingan batupasir andesit, konglomerat tufan, dan napal; dengan sisipan batupasir. Secara setempat Formasi Halang didominasi oleh breksi aneka bahan (Anggota Breksi) dan batugamping (Anggota Batugamping). Formasi Halang menjemari dengan Formasi Kumbang (TmPk) yang didominasi oleh material gunungapi (breksi, lava andesit, dan tuf). Formasi Halang dan Formasi Kumbang mempunyai umur sama, yakni akhir Miosen Tengah – Pliosen (Condon dr., 1996; Djuhri dr., 1996).

Batuan terobosan diorit dan mikrodiorit (Tmd) banyak ditemukan dalam kawasan penelitian dengan



Gambar 2. Peta geologi sekitar daerah penelitian. Separuh bagian timur disederhanakan dari Condon drr., 1996 dan bagian baratnya dari Djuhri drr., 1996.

bentuk yang khas memanjang atau membulat. Batuan terobosan ini diduga berumur Miosen Akhir (Condon drr., 1996; Djuhri drr., 1996).

Satuan batuan gunungapi, yang terdiri atas breksi gunungapi, lava andesit dan tuf, dinamai Formasi Ligung (QTlb) oleh Condon drr. (1996) dan Djuhri drr. (1996). Satuan ini diduga berumur akhir Pliosen – Pleistosen. Di sekitar daerah penelitian breksi gunungapi mendominasi formasi ini, yang kemudian diberi nama sebagai Anggota Breksi. Satuan batuan termuda di kawasan ini adalah aluvium (Qa) yang masih terus berlangsung pengendapannya sampai kini.

Sesar naik berkembang baik di dalam kawasan penelitian dengan arah barat laut – tenggara (Gambar 2). Sesar geser manganan berkembang relatif searah dengan sesar naik itu.

#### Perian Singkapan Batuan

Singkapan di Kali Keruh memanjang lebih dari 300 m tanpa terputus dengan kondisi yang sangat baik (Gambar 3). Singkapan itu terletak di tebing kanan-kiri dan dasar sungai. Batuan yang tersingkap umumnya dalam keadaan segar, hanya sebagian kecil agak lapuk. Beberapa sesar minor dengan pergeseran kecil memotong singkapan itu. Singkapan

mulai dari sekitar 60 m dari jembatan ke arah hilir, sedangkan ke arah hulu dari jembatan itu tersingkap lava andesit dan breksi gunungapi. Keduanya dipisahkan sedimen Kuartar, aluvium.

Batuan penyusun singkapan itu berupa batuan sedimen yang didominasi oleh klastika halus: batulumpur, batulempung, napal dan batulanau; dengan sisipan batupasir. Secara setempat napal ditemukan menyisipi runtunan batuan itu.



Gambar 3. Singkapan sedimen pasang-surut di Kali Keruh menempati kanan-kiri tebing dan dasar sungai.

Ketiga batuan sedimen klastika halus yang pertama itu umumnya berwarna abu-abu dan berukuran halus. Sebagian besar ketiganya pejal tak berlapis, namun setempat menunjukkan perlapisan yang perarian.

Di lapangan, singkapan batupasir nampak menonjol dibandingkan sedimen halus (Gambar 3). Batupasir umumnya berwarna abu-abu terang, berukuran butir halus-sedang, dan berlapis baik. Tebal perlapisan beragam, mulai beberapa mm sampai 20 cm. Setempat perlapisan ini mencapai ketebalan 65 cm. Kemiringan perlapisan mempunyai arah umum ke timurlaut dengan besar sudut berkisar antara  $20^{\circ}$  dan  $30^{\circ}$ . Setempat batupasir ini berbutir kasar dan kerikilan. Umumnya fragmennya didominasi kuarsa dengan sedikit batuan gunungapi. Bentuk fragmen agak meruncing – membulat tanggung dengan pemilahan sedang, dan terkemas sedang.

Struktur sedimen yang berkembang dan dapat diamati dengan baik pada batupasir. Struktur sedimen yang dijumpai di lapangan adalah: *erosional surface*, *graded bedding*, dan struktur sedimen yang umumnya dijumpai pada sedimen pasang-surut seperti: *lenses bedding*, *flaser bedding*, *palimsed*, *herring bone*, *bidirectional cross-bed*, dan *wavy bedding*. *Erosional surface* ditemukan mengalasi batupasir dan mengerosi klastika halus dari batulumpur atau lempung/serpih/napal (Gambar 4). Lapisan batupasir itu menipis ke arah samping, sebaliknya menebal ke sisi lainnya. Setempat bagian bawah dari batupasir itu kaya akan foraminifera besar bercampur dengan *lag deposits* (Gambar 5). *Graded bedding* banyak ditemukan pada batupasir. Dengan dijumpainya struktur sedimen yang hanya berkembang pada dataran pasang-surut, seperti *herring bone* (Gambar 6), *bidirectional cross-bedding*, *flaser bedding*, dan *palimsed* itu di hampir seluruh lapisan batupasir; dapat disimpulkan bahwa singkapan itu merupakan sedimen dataran pasang-surut. *Lag deposits* ditemukan pada bagian bawah batupasir menunjukkan bahwa lapisan itu merupakan sedimen alur pasang-surut (tidal channel). Dugaan ini diperkuat dengan ditemukannya *tidal bundle* pada batupasir (Gambar 7).

Secara keseluruhan singkapan yang diukur di Kali Keruh merupakan sedimen dataran pasang-surut dari klasifikasi lingkungan pengendapan dataran pasang-surut menurut Boggs (2011). Seperti telah diketahui pada lingkungan dataran pasang-surut, yang mempunyai arus terkuat adalah di daerah yang paling dekat dengan laut bebas. Di daerah ini diendapkan batupasir, sehingga disebut zona

batupasir. Arus pasang-surut semakin ke arah darat makin melemah, sehingga diendapkan klastika halus, seperti lumpur, lanau, dan serpih. Dengan demikian daerah ini disebut zona lumpur. Peralihan antara zona pasir dan zona lumpur disebut zona percampuran lumpur dan pasir.



Gambar 4. Batupasir pada alur pasang-surut yang menghalus ke atas dan menipis ke kiri, yang ditemukan pada bagian tengah singkapan. Garis tengah uang logam 2,6 cm.

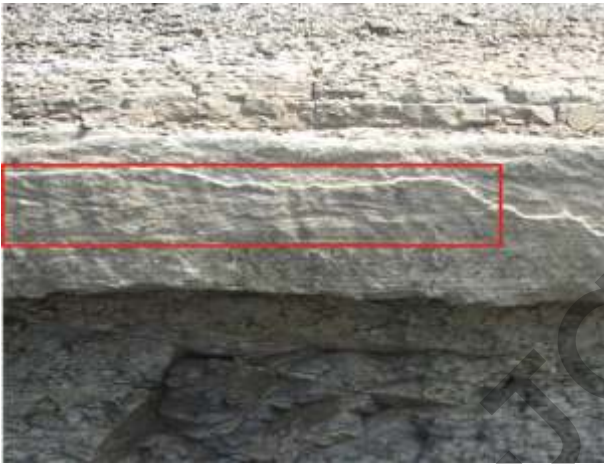


Gambar 5. Sedimen alur pasang-surut yang bagian bawah kaya akan foraminifera besar dan pecahan cangkang moluska bercampur dengan *lag deposits*, dijumpai pada bagian tengah singkapan. Uang logam bergaris tengah 2,6 cm.

### Hasil Stratigrafi Terukur

Hasil pengukuran singkapan di Kali Keruh yang lebih dari 300 m di lapangan berupa kolom stratigrafi setebal 194 m (Gambar 8). Ketebalan dihitung mulai dari bagian terbawah kolom. Karena tebalnya hasil pengukuran di lapangan dan untuk kejelasan penampilan, maka hasil pengukuran itu dibagi dalam lima halaman yang saling berhubungan satu sama lain. Secara umum, sedimen klastik berbutir halus mendominasi singkapan itu. Batupasir merupakan sisipan atau lensa di dalamnya.

Untuk mempermudah dalam pembahasan, kolom stratigrafi itu dibagi menjadi tiga bagian bawah, tengah, dan atas. Pembahasan dalam subbab ini dimulai dari bawah ke atas.



Gambar 6. Lapisan batupasir dengan struktur *herring bone* (kotak merah). Struktur sedimen seperti ini banyak ditemukan pada bagian atas singkapan. Garis-tengah uang logam 2,6 cm.



Gambar 7. *Tidal bundle* yang ditemukan pada batupasir pada bagian tengah dan atas singkapan. Uang logam mempunyai garis tengah 2,6 cm.

Bagian bawah, yang dimulai dari ketebalan 0 m sampai 62,7 m, didominasi oleh batulumpur dengan sisipan tipis beberapa mm sampai 15 cm batupasir (Gambar 8). Batugamping dijumpai pada ketebalan antara 22 m dan 23 m. Struktur sedimen yang berkembang dalam bagian bawah ini adalah perarian sejajar (*parallel lamination*), *palimased*, *wavy bedding*, *graded bedding*, dan *erosional surface*. Semua struktur sedimen tersebut berkembang pada batupasir. Berdasarkan pembagian lingkungan pengendapan dataran pasang-surut dari Boggs (2011), bagian bawah ini merupakan sedimen yang diendapkan pada zona lumpur. Dijumpainya sedimen pada alur pasang-surut (tidal channel), yang ditandai *erosional surface* pada dasar lapisan batupasir, boleh jadi bagian bawah ini merupakan hasil pengendapan zona lumpur bagian bawah.

Bagian tengah mulai ketebalan 62,7 m sampai 116 m. Secara umum bagian tengah ini merupakan perselingan antara klastika halus dan batupasir (Gambar 8), namun lapisan porsi klastika halus masih lebih besar. Lapisan batupasir ke arah atas tampak semakin tebal dan populasinya semakin banyak. Struktur sedimen yang berkembang dalam lapisan batupasir pada bagian tengah ini adalah *erosional surface*, silang-siur, perarian sejajar, *herring bone*, *flaser bedding*, *wavy bedding*, dan *graded bedding*. Sebagian besar bagian tengah ini merupakan sedimen zona percampuran lumpur dan pasir. Ke arah atas, dimana lapisan batupasir bertambah tebal dan populasinya lebih banyak, boleh jadi merupakan sedimen zona pasir bagian atas.

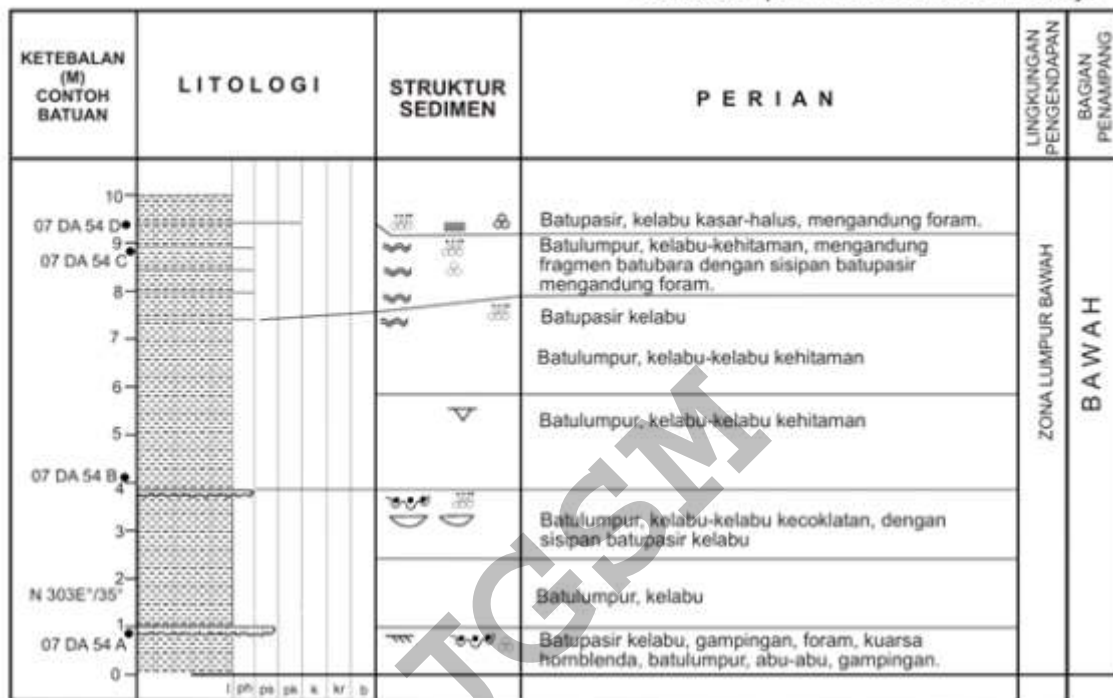
Mulai ketebalan 116 m sampai 194 m (Gambar 8) adalah bagian atas dari hasil pengukuran stratigrafi ini. Bagian atas ini batuanannya didominasi oleh klastika halus dengan sisipan lapisan batupasir. Ketebalan lapisan batupasir berkisar antara beberapa mm sampai 65 cm (khususnya di tengahnya). Struktur sedimen yang ditemukan dalam lapisan batupasir di bagian atas ini adalah perarian sejajar, silang-siur, *graded bedding*, *erosional surface*, *herring bone*, *lenses bedding*, dan *flaser bedding*. Bagian atas ini boleh jadi diendapkan pada zona lumpur bawah, tetapi pada porsi tengah (151,6 – 180,2 m) diendapkan pada zona percampuran lumpur dan pasir, kemudian porsi teratasnya kembali menjadi zona lumpur bawah.

Diskusi

Bagian bawah dari kolom stratigrafi menunjukkan bahwa bagian ini mempunyai lingkungan pengendapan pada zona lumpur bagian bawah, sedangkan bagian tengahnya pada lingkungan zona percampuran lumpur dan pasir. Porsi atas dari bagian tengah ini terendapkan pada zona pasir bagian atas. Dari kedua bagian ini, bagian bawah

dan tengah, menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan berubah menjadi lebih dalam. Bagian atas dari kolom stratigrafi lebih beragam. Semula bagian atas ini diendapkan pada zona lumpur bagian bawah, kemudian berubah menjadi zona percampuran lumpur dan pasir, dan akhirnya kembali menjadi zona lumpur bagian bawah (Gambar 9).

Menerus pada halaman berikutnya



KETERANGAN

- Batulempung / batulanau / batulumpur
  - Batupasir
  - Konglomerat
  - Batugamping
  - Napal
  - Lenses bedding
  - Flaser bedding
  - Palimased
  - Graded bedding
  - Herring bone
  - Wavy bedding
  - Slumping
  - Cangkang moluska
  - Trace fossil
  - Pelapisan sejajar
  - Silang - siur
  - Bidang erosi
  - Lensa batupasir
  - Lag deposits
  - Fragmen karbon / batubara
  - Nodul
  - Foraminifera
  - Cangkang Moluska
  - Burrow
- l = lempung/ serpih/ lanau/ lumpur  
 ph = pasir halus  
 ps = pasir sedang  
 pk = pasir kasar  
 k = kerikil  
 kr = kerakal  
 b = bongkah

Gambar 8. Kolom stratigrafi terukur sedimen pasang-surut di Kali Keruh. Gambar ini menerus berturut-turut sampai empat lembar berikutnya.

Menerus pada halaman berikutnya

KETEBALAN (M) CONTOH BATUAN	LITOLOGI	STRUKTUR SEDIMEN	PERIAN	LINGKUNGAN PENGENJAPAN BAGIAN PENAMPING
55		==	Batulumpur abu-abu, halus dengan sisipan batupasir halus.	ZONA LUMPUR BAWAH
54		==		
07 NU 51 D		•••••	Batupasir, abu-abu, berukuran sedang	
07 NU 51 C		==	Batulempung, abu-abu, dengan sisipan tipis batupasir halus	
52		==		
51		==		
50		==		
49		==		
48		==		
47		•••••	Batupasir sedang	
07 NU 51 B			Batulempung, abu-abu	
46				
45				
44				
07 NU 51 A				
43				
42				
07 ED 01 A		◐◑	Batulumpur, abu-abu dengan chanel batupasir halus	
41				
07 ED 01 B		•••••		
40				
07 ED 01 C		◐◑	Batulumpur, abu-abu, dengan endapan chanel batupasir, berukuran sedang - kasar	
39				
38		◐◑		
37				
36		◐◑		
35		◐◑		
34				
33			Batulumpur, abu-abu terang, dengan sisipan batupasir berukuran halus dan ketebalan maksimum 10 cm.	
32				
07 ED 01 D		◐◑	Batupasir, abu-abu terang, sedang-kasar menghalus keatas, perapisan sejajar menunjukkan lenses bedding, merupakan channel dengan panjang ±150m, menipiskekiri dan kekanan dari lokasi pengamatan	
31				
07 ED 01 E		◐◑	Napal dengan sisipan batupasir tipis (1-3 cm) di beberapa bagian napal abu-abu gelap, gampingan, masif, batupasir abu-abu, finesand, masif dan laminasi paralel. Batupasir gampingan, abu-abu, coarse sand, fragment supported, subrounded-rounded, mengandung fosil foraminifera	
29				
07 NU 51		•••••		
28				
27		•••••	Batupasir gampingan, putih keruh Ø fine sand, matrix supported, sub rounded-rounded, masif, tebal 3-10 cm, berselingan dengan napal, abu-abu gelap tebal 2-6cm.	
26				
07 DA 54 I		◐◑	Batugamping, kelabu, sedang (kalkarenit, bertapis baik) dengan sisipan batulumpur, batulumpur dengan sisipan batupasir, kuarsa, plagioklas	
25				
07 NU 51 E		•••••		
24				
23		◐◑	Batupasir, kelabu, kasar, menipis kekiri dan kekanan Batulumpur dengan sisipan batupasir kelabu, sedang	
07 DA 54 J			Batulumpur, kelabu, dengan channel batupasir kelabu terdiri dari kuarsa plagioklas dan hornblenda mengandung foram, cangkang moluska.	
22				
N 296°E 27'		◐◑		
20				
19		◐◑	Batulumpur kelabu, dengan sisipan batupasir kelabu, kasar, cangkang moluska, foram, batubara	
07 DA 54 K				
N 295°E 21'		◐◑	Batulumpur dengan sisipan batupasir, sedang-kasar kuarsa, hornblenda, plagioklas, foram ?	
07 DA 54 G				
18		◐◑	Batulumpur kelabu, dengan sisipan batupasir.	
07 DA 54 F				
N 303° 34'		◐◑	Batulumpur kelabu, dengan sisipan tipis batupasir.	
17				
16				
07 DA 54 E				
15				
14				
13				
12				
11				
10				

B A W A H

ZONA LUMPUR BAWAH

Menerus pada halaman berikutnya

KETEBALAN (M) CONTOH BATUAN	LITOLOGI	STRUKTUR SEDIMEN	PERIAN	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	BAGIAN PENAMPANG
100 07 RF 05 S			Batulumpur, abu gelap, berselingan dengan bps halus-sedang, abu terang, min. volk.	ZONA PERCAMPURAN LUMPUR DAN PASIR	T E N G A H
99 07 RF 05 T			Batupasir sedang-halus, abu gelap-terang, material volk, pecahan foram dan karbon serta echinoid melimpah, lensa tipis batupasir sedang, bidang erosi.		
98 07 RF 05 U			Batulumpur, abu gelap, di bagian bawah dipenuhi trace fossils		
97 07 RF 05 V					
96 07 RF 05 W			Batupasir kasar-halus, abu gelap-terang, material volk, foram dan karbon melimpah, pec. echinoid, lensa tipis batupasir sedang, bidang erosi.		
95 07 RF 05 X			Batulumpur, abu gelap berseling dengan batupasir halus dan napal abu terang, material volk, foram.		
94 07 TH 04 M					
93 07 TH 04 N			Batulumpur disisipi tipis batupasir halus-kasar		
92 07 TH 04 O					
91 07 TH 04 P					
90 07 TH 04 Q			Batulumpur, abu-abu kehijauan, bersifat agak keras, pejal, terkekarkan cukup intensif, disisipi oleh lapisan batupasir (tebal 1-15 cm), gampingan, struktur silang-siur, perlapisan sejajar, mengandung fosil foraminifera, kadang bagian bawahnya mengerosi lapisan dibawahnya, Napal dijumpai pada bag. bawah.		
89 07 TH 04 R					
88 07 TH 04 S					
87 07 TH 04 T					
86 07 TH 04 U			Batupasir gampingan, berfragmen kuarsa.		
85 07 SR 03 N			Batulumpur, abu-abu, gampingan	ZONA LUMPUR BAWAH	B A W A H
84 07 SR 03 O			Napal, abu-abu, bersisipan batupasir halus-kasar.		
83 07 SR 03 P					
82 07 SR 03 Q					



Menerus pada halaman berikutnya

KETEBALAN (M) CONTOH BATUAN	LITOLOGI	STRUKTUR SEDIMEN	PERIAN	LINGKUNGAN PENGGENDAPAN BAGIAN PENAMPANG
146 145 144 07 TH 04 E 143 142 141 07 TH 04 D 140 139 07 TH 04 C 138 137 136 135 07 TH 04 B 134 133 07 TH 04 A 132 131 07 SR 03 J 130 129 07 SR 03 I 128 07 SR 03 H 127 126 07 SR 03 G 125 124 07 SR 03 F 123 07 SR 03 E 122 07 SR 03 D 121 07 SR 03 C 120 119 07 SR 03 B 118 07 SR 03 A 117 07 RF 05 J 116 07 RF 05 I 115 07 RF 05 H 114 07 RF 05 G 113 07 RF 05 F 112 111 07 RF 05 E 110 109 07 RF 05 D 108 107 07 RF 05 C 106 105 104 07 RF 05 B 103 07 RF 05 A 102 101 100			<p>Batulempung, abu-abu gelap, bersifat agak keras, terkekarkan cukup intensif, kadang memperlihatkan fragmen kecil karbon (0,1cm), disisipi oleh batupasir tebal 1-15 cm, pada batupasir memperlihatkan struktur herring bone, cross lamination, laminasi sejajar dan butiran menghalus keatas, mineral penyusunannya kuarsa plagioklas, gelas dan mineral mafik, sebagian mengandung fosil foraminifera.</p> <p>Batulumpur, dengan sisipan tipis (1-3 cm) batupasir dan nodule oksidasi besi dibagian bawah, lensa batupasir teroksidasi di bagian atas</p> <p>Serpit, abu-abu kehitaman, halus bersisipan pasir halus, sedikit gampingan di bagian atas.</p> <p>Napal, putih kelabu, berbutir halus, bersisipan tipis batupasir halus.</p> <p>Batulumpur, abu-abu gelap dengan sisipan tipis batupasir halus, bagian atas gampingan.</p> <p>Perselignan batupasir halus, abu terang, material volk dengan batulempung abu gelap.</p> <p>Batupasir kerikilan</p> <p>Batupasir kasar-sedang, abu terang, graded bedding, material volk., sorting buruk, nodul gampingan, panjang 20 cm., tebal 3 cm. lag deposite menindih langsung batugamping coklat 5 cm.</p> <p>Perselignan batulempung, abu gelap, dengan batupasir kasar-halus. Batupasir kasar, min volk., tufan, Ø3 mm, sorting buruk, bidang erosi. Batupasir halus, foram besar dan kecil, pecahan echinoid, par. lam., wave, bidang erosi nodul gamping, (14 cm), tebal 4 cm.</p> <p>Batupasir kasar-halus, graded bedding, batupasir kasar, sorting buruk, Ø kasar-kerkil, menyudut, abu terang, material volk., gelas, tuf semengampingan, bps halus abu gelap par lam. lensa batupasir sedang sedikit foram bidang erosi.</p> <p>Perselignan batulempung, abu gelap dengan batupasir halus, kecoklatan min. volk., keras 0,5 cm-1cm.</p> <p>Batupasir sedang-halus, abu terang, graded bedding, material volk., foram besar dan kecil, lag deposite, panjang 5 cm, tebal 1cm. Bag. bawah sorting buruk, bag. atas par. lam., bidang erosi.</p> <p>Perselignan batupasir halus, abu kehijauan, min hitam dengan batulempung, abugelap, sip. min. kalsit, low angle wave lamination.</p>	<p>ZONA LUMPUR BAWAH</p> <p>ZONA LUMPUR BAWAH</p> <p>ZONA LUMPUR BAWAH</p> <p>ZONA PERCAMPURAN LUMPUR DAN PASIR</p>
A T A S				T E N G A H

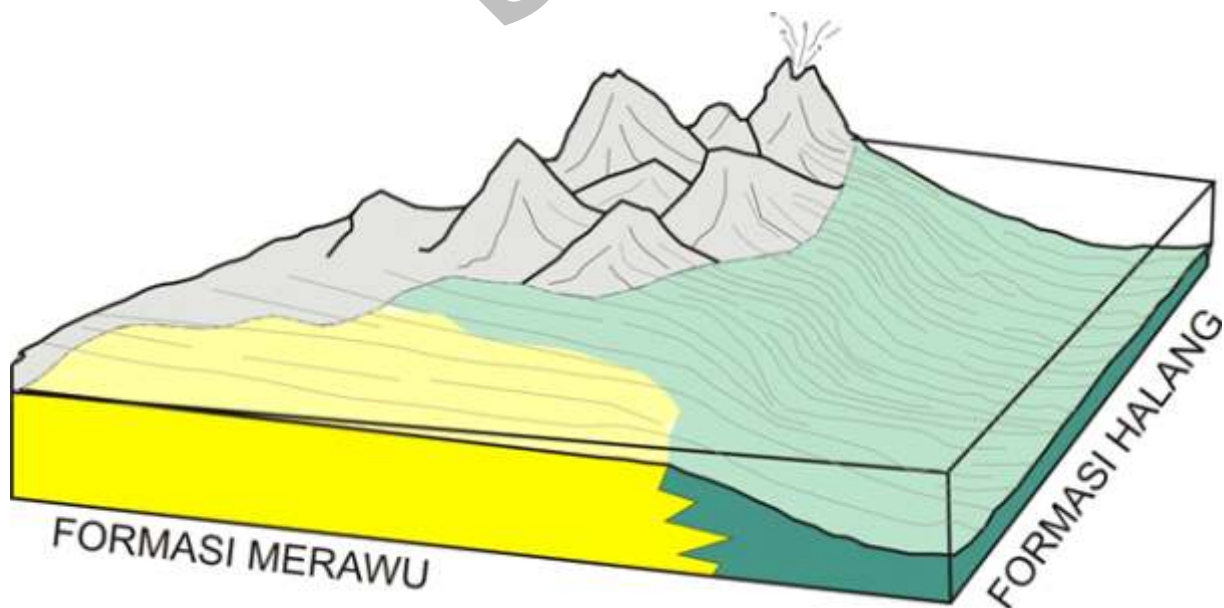
KETEBALAN (M) CCNTOH BATUAN	LITOLOGI	STRUKTUR SEDIMEN	PERIAN	LINGKUNGAN PENGENDAPAN BAGIAN PENAMPANG
194 07 RF 05 N			Perselingan serpih, kehitaman, karbon melimpah, trace fossils, cisisipi batupasir halus lumpuran, abu kehitaman, mengandung sedikit foram.	ZONA LUMPUIR RAWAH
193 07 RF 05 O			Batupasir kasar, abu terang, material vulkanik dan foram melimpah, sorting buruk.	
191 07 RF 05 P			Lensa batupasir kasar, abu terang, tebal 1-5 cm, sorting sangat buruk, Ø kasar-kerikil.	
190 07 RF 05 Q			Napal, abu kehijauan, melimpah karbon dan foram. Bagian atas cisisipi lapisan tipis batupasir	
189 07 RF 05 R				
188				
187				
186				
185 07 RF 05 M				
184				
183 07 RF 05 L			Batupasir kasar-halus, abu-coklat, graded bedding, gampingan, foram, pecahan echinoid, min. volk. karbon bag bawah, sorting buruk, bidang erosi.	ZONA PERCAMPURAN LUMPUIR DAN PASIR
182			Napal bersisipan batupasir halus pada bagian atas	
181			Batupasir kasar, abu terang, tufan, material vulkanik porositas bagus, bidang erosi.	
180			Batulempung, abu-abu, bersisipan batupasir, sedang-halus, sorting jelek, kemas tertutup.	
179				
178				
177				
176				
175			Konglomerat, Ø 3-4 mm, fragmen lempung, kuarsa, ditindih lapisan tipis batubara	
174 07 SR 03 J			Napal, abu abu, halus, gampingan, disisipi lapisan tipis batupasir.	
173 07 SR 03 K				ZONA LUMPUIR BAWAH
172				
171 07 TH 04 I			Batulempung, abu-abu agak gelap, bersifat agak keras, terkerak cukup intensif, kadang terlihat fragmen kecil karbon (0,1cm) disisipi oleh batupasir sangat tipis dengan tebal 1-4cm. dan kadang gampingan, mengandung foram, struktur sedimen cross lamination dan laminasi sejajar, sebagian sisipan batupasir mengandung fosil foraminifera. Bagian tengah dijumpai napal.	
170 07 TH 04 J				
169 07 TH 04 K				
168				
167 07 TH 04 L			Batupasir kerakalan, putih abu-abu, bersifat agak lunak-agak keras, menghalus keatas, para konglomerat dibag. bawah (max 0,4cm), herring bone, batas dengan lapisan dibawah adalah erosional.	
166 07 TH 04 M				
165 07 TH 04 N			Batulempung, abu-abu agak gelap, bersifat agak keras terkerakan cukup intensif kadang memperlihatkan fragmen kecil karbon (0,1cm), cisisipi oleh lapisan sangat tipis batupasir dengan dan salah satu sisipannya berupa batupasir tebal 10cm berbutir kasar, memperlihatkan bidang erosi, dengan bagian bawahnya, mengandung foraminifera.	
164 07 TH 04 O				
163 07 TH 04 P			Batupasir, putih abu-abu, berbutir halus-kasar, agak keras, struktur sedimen herring bone, lapisan batulempung dibawahnya mengandung jejak cacing (borrow).	
162				
161 07 TH 04 Q				
160				
159				
158				
157 07 TH 04 R				
156				
155				
154				
153				
152 07 TH 04 S				
151				
150				
149				
148				
147				
146				
145				
144				

Perubahan lingkungan pengendapan di atas tentu merupakan akibat perubahan kedalaman laut. Hal ini bisa disebabkan karena pengaruh pergerakan turun-naiknya dasar cekungan dan/atau perubahan muka air laut global (transgresi dan regresi). Ketebalan singkapan yang terukur sampai 194 m mempunyai lingkungan pengendapan di dataran pasang-surut yang relatif tidak berbeda jauh. Mengingat hal ini mungkin perubahan kedalaman laut di dataran pasang-surut itu bukan disebabkan adanya perubahan muka laut global. Sangat mungkin perubahan itu bersifat lokal, atau disebabkan tektonik lokal yang bukan regional. Tektonik lokal ini mempengaruhi muka air laut secara lokal.

Batuan penyusun singkapan yang diukur di Kali Keruh sama dengan komposisi batuan Formasi Merawu yang diperikan oleh peneliti terdahulu, diantaranya van Bemmelen (1937, 1946); Bachri dr. (2007); dan Bachri (2011). Lingkungan pengendapannya pun sama dengan yang dipaparkan oleh Bachri (2011). Bahkan dalam peta geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan (Condon dr., 1996), daerah penelitian juga dipetakan sebagai Formasi Rambatan, yang sebelumnya disebut Formasi Merawu. Namun demikian hasil analisa paleontologi menunjukkan umur yang berbeda. Formasi Merawu diketahui berumur N4 – N13 atau Miosen Awal – Miosen Tengah (Bachri, 2011), sedangkan singkapan di Kali Keruh mempunyai umur N17 – N19 atau akhir Miosen Akhir – akhir Pliosen

Awal (Tabel 1). Kalau keduanya disatukan menjadi Formasi Merawu ada rumpang pengendapan (*sedimentary gap*) pada N14 – N16. Sehubungan dengan adanya dugaan tektonik lokal yang mempengaruhi muka air laut di daerah penelitian, mungkin hal itu menyebabkan adanya rumpang pengendapan di daerah penelitian. Kalau dugaan ini benar, mungkin Formasi Merawu berumur N4 – N19 atau Miosen Awal – akhir Pliosen Awal, tetapi secara setempat terjadi rumpang pengendapan pada N14 – N16.

Dalam peta geologi (Condon dr., 1996) Formasi Merawu (Formasi Rambatan) bersentuhan secara selaras dengan Formasi Halang (Gambar 2), yang umurnya Miosen Miosen Tengah – Pliosen Awal atau N9 – N19. Komposisi formasi ini terdiri atas batupasir tufan, konglomerat, napal; dan breksi andesit. Kalau kemungkinan yang telah diuraikan di atas benar, mungkin bagian atas Formasi Merawu menjemari dengan bagian bawah Formasi Halang, terutama sedimen klastiknya (Gambar 9). Lingkungan pengendapan sedimen di Kali Keruh berupa dataran pasang-surut mungkin merupakan teluk yang dasar lautnya datar dan tidak mempunyai sungai yang berhulu batuan gunungapi. Sedangkan fragmen batuan gunungapi dalam singkapan itu boleh jadi merupakan hasil kegiatan gunungapi yang juga pembentuk sebagian Formasi Halang. Fragmen-fragmen tersebut sangat mungkin hasil endapan piroklastik erupsi gunungapi.



Gambar 9. Interpretasi pengendapan sedimen pasang-surut di Kali Keruh.

Tabel 1. Hasil analisa Foraminifera dari Kali Keruh. Lokasi dihitung dari dasar penampang (Gambar 4).

NO	CONTOH	LOKASI	F O S I L	UMUR
1	07RF05K	180,2 m	<i>Globorotalia</i> sp., <i>Gl. menardii</i> , <i>Gl. cultrata</i> , <i>Gl. scitula</i> , <i>Gl. Plesiotumida</i> , <i>Gl. merotumida</i> , <i>Gl. obesa</i> , <i>Gl. jenguaensis</i> , <i>Globigerina bulloides</i> , <i>Globigerinoides trilobus</i> , <i>Gb. sacculifer</i> , <i>Gb. extremus</i> , <i>Gb. obliquus</i> , <i>Gb. conglobatus</i> , <i>Hastigerina siphonifera</i> , <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> , <i>Orbulina universa</i> ,	N17
2	07TH04J	166,8 m	<i>Globorotalia menardii</i> , <i>Gl. cultrate menardii</i> , <i>Gl. pseudomiocenica</i> , <i>Gl. acostaensis</i> , <i>Gl. scitula</i> , <i>Gl. merotumida</i> , <i>Globigerina venezuelana</i> , <i>Globigerinoides obliquus</i> , <i>Gb. trilobus immaturus</i> , <i>Hastigerina siphonifera</i>	N18 – 19
3	07TH04E1a	143,5 m	<i>Globorotalia obesa</i> , <i>Gl. scitula</i> , <i>Gl. plesiotumida</i> , <i>Gl. pseudomiocenica</i> , <i>Gl. merotumida</i> , <i>Gl. acostaensis</i> , <i>Gl. humerosa</i> , <i>Globigerinoides obliquus extremus</i> , <i>Gb. obliquus</i> , <i>Gb. trilobus</i> , <i>Globigerina bulloides</i> , <i>Hastigerina siphonifera</i> .	N17 - 19
4	07TH04E1b	143,5 m	<i>Globorotalia menardii</i> , <i>Gl. acostaensis</i> , <i>Gl. acostaensis humerosa</i> , <i>Gl. merotumida</i> , <i>Gl. obesa</i> , <i>Gl. tumida</i> , <i>Gl. scitula</i> , <i>Globigerinoides obliquus</i> , <i>Gb. trilobus immaturus</i> , <i>Gb. sacculiferus</i> , <i>Gb. sacculiferus</i> , <i>Globoquadrina altispira</i> , <i>Globigerinia praebulloides</i> , <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> , <i>Orbulina universa</i> ,	N18 – 19
5	07TH04E2	143,5 m	<i>Globorotalia menardii</i> , <i>Gl. acostaensis humerosa</i> , <i>Gl. obesa</i> , <i>Gl. tumida</i> , <i>Gl. scitula</i> , <i>Gl. acostaensis</i> , <i>Gl. merotumida</i> , <i>Globigerinoides obliquus</i> , <i>Gb. trilobus immaturus</i> , <i>Gb. sacculiferus</i> , <i>Gb. sacculiferus</i> , <i>Globoquadrina altispira</i> , <i>Globigerinia praebulloides</i> , <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> , <i>Orbulina universa</i> ,	N18 – 19
6	07RF05F	112,4 m	<i>Globorotalia</i> sp., <i>Gl. cultrata-cultrata</i> , <i>Gl. plesiotumida</i> , <i>Gl. cultrata menardii</i> , <i>Gl. acostaensis</i> , <i>Globigerinoides trilobus</i> , <i>Gb. sacculiferus</i> , <i>Gb. obliquus</i> , <i>Globoquadrina altispira</i> , <i>Globigerina venezuelana</i> , <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> , <i>Hastigerina siphonifera</i> , <i>Orbulina universa</i> .	N19
7	07RF05B	103,5 m	<i>Globorotalia</i> sp., <i>Gl. menardii</i> , <i>Gl. jenguaensis</i> , <i>Gl. plesiotumida</i> , <i>Gl. merotumida</i> , <i>Gl. cultrata</i> , <i>Gl. scitula</i> , <i>Gl. obesa</i> , <i>Globigerinoides obliquus</i> , <i>Gb. conglobatus</i> , <i>Gb. trilobus</i> , <i>Gb. sacculifer</i> , <i>Gb. extremus</i> , <i>Globigerina bulloides</i> , <i>Hastigerina siphonifera</i> , <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> , <i>Orbulina universa</i> .	N19
8	07TH04O	80,5 m	<i>Globorotalia obesa</i> , <i>Gl. pseudomiocenica</i> , <i>Gl. acostaensis</i> , <i>Gl. menardii cultrate</i> , <i>Gl. merotumida</i> , <i>Gl. humerosa</i> , <i>Gl. scitula</i> , <i>Globigerinoides sacculiferus</i> , <i>Gb. obliquus</i> , <i>Gb. trilobus</i> , <i>Gb. extremus</i> , <i>Gb. trilobus immaturus</i> , <i>Globoquadrina altispira</i> , <i>Sphaeroidinella subdohisconis</i> , <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> , <i>Orbulina universa</i> .	N18 – 19
9	07TH04R	69 m	<i>Globorotalia menardii</i> , <i>Gl. praebulloides</i> , <i>Gl. acostaensis</i> , <i>Gl. continuosa</i> , <i>Gl. plesiotumida</i> , <i>Gl. jenguaensis</i> , <i>Gl. obesa</i> , <i>Gl. scitula</i> , <i>Globigerinoides trilobus</i> , <i>Gb. sacculiferus</i> , <i>Gb. obliquus</i> , <i>Gb. extremus</i> , <i>Globigerina venezuelana</i> , <i>Globoquadrina altispira</i> , <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> , <i>Hastigerina praesiphonifera</i> , <i>Orbulina universa</i> .	N17

## Kesimpulan

Singkapan sedimen pasang surut di Kali Keruh mempunyai lingkungan pengendapan yang berubah-ubah dari zona pasir bagian atas sampai zona lumpur bagian bawah. Tektonik lokal mungkin sebagai penyebab perubahan lingkungan pengendapan itu.

Kemungkinan adanya tektonik lokal ini mungkin juga menyebabkan adanya rumpang pengendapan lokal dalam Formasi Merawu. Hal itu memungkinkan Formasi Merawu berumur N4 – N19 atau Miosen Awal sampai akhir Pliosen, tetapi secara setempat mempunyai rumpang pengendapan dalam kurun N14 – N16.

*Ucapan Terima kasih*

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada T. Sihombing, D. Agustiyanto, E. Slameto, dan I. Nurdiana yang telah membantu dalam perekaman data lapangan. Kepada E. Patriani yang telah

membantu menganalisa Foraminifera untuk menentukan umur, kami juga mengucapkan terima kasih. Ucapan yang sama kami tujukan kepada Sudijono yang menyiapkan semua gambar dalam makalah ini.

## Acuan

- Bachri, S., 2011. Karakteristik fasies sedimen Paleogen – Neogen Cekungan Serayu sebagai respon atas kegiatan tektonik dan vulkanisme. *Disertasi Universitas Padjadjaran*, 130h.
- Bachri, S., Agustiyanto, D.A., Sihombing, T., Surono, dan Hutubessy, S., 2007. Evolusi Cekungan Paleogen – Neogen, daerah Purbalingga dan sekitarnya, Jawa Tengah. Pusat Survei Geologi, laporan tidak diterbitkan.
- Boggs, Jr., S., 2011. *Principles of sedimentology and stratigraphy*. 4th eds, Prentice Hall, New Jersey, 736p.
- Condon, W.H., Pardyanto, L., Ketner, K.B., Amin, T.C., Gafoer, S., dan Samodra, H., 1996. *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Djuhri, M., Samodra, H., Amin, dan T.C., Gafoer, S., 1996. *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- van Bemmelen, R.W., 1937. *Toelichting bij blad 66 (Karangkobar), Geologie van Java 1 : 100.000*. Dienst Mijnbouw Nederland Indie.
- van Bemmelen, R.W., 1949. *The geology of Indonesia*, IA. Government Printing Office, The Hague

JGSM