

HUBUNGAN POROSITAS DAN KUAT TEKAN BATAKO DENGAN PENGGUNAAN *PHYROPILIT* SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN

Retno Anggraini

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
e-mail: retno_anggraini75@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu sumber mineral di Jawa Timur yang belum banyak dimanfaatkan adalah mineral *phyropilit*. *Phyropilit* merupakan mineral yang memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yaitu sekitar 80%. Pemanfaatan piropilit diduga dapat menguntungkan pada pembuatan bahan bangunan seperti batako. Kuat tekan merupakan salah satu uji mutu dari batako. Dimana salah satu penentu kuat tekan batako adalah porositasnya. Dengan diketahuinya nilai pori dan kuat tekan batako dapat diketahui hubungan yang terjadi antara kuat tekan batako dan nilai porinya. Dengan uji tekan dan porositas di laboratorium pada benda uji dengan beberapa variasi piropilit (5, 10, 15, 20% dari berat semen) sebagai bahan pengganti semen dapat diketahui bagaimanakah hubungan yang terjadi antara nilai kuat tekan dan porositas batako guna menentukan mutu dari batako tersebut. Dengan analisa regresi dapat digambarkan hubungan yang cocok terbentuk serta dengan terbentuknya persamaan regresi dapat diprediksikan kekuatan dari batako tersebut.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa ternyata hubungan yang terjadi antara nilai pori dan kuat tekan batako adalah erat sekali. Dimana dapat dikatakan bahwa hubungan yang terjadi adalah persamaan linear. Semakin kecil nilai pori dari batako seiring dengan penambahan variasi *phyropilit* yang digunakan akan berakibat pada meningkatnya nilai kuat tekan batako. Dimana hubungan yang terjadi dapat ditentukan berdasarkan persamaan $y = -0,7968x + 2,7011$ dengan x adalah nilai pori terjadi. Hal ini seiring dengan hipotesis awal bahwa nilai kuat tekan batako diantaranya disebabkan oleh tingkat kepadatan dari batako tersebut seiring dengan peningkatan variasi *phyropilit* sehingga dengan menurunnya nilai pori merupakan wujud meningkatnya kepadatan batako. Dengan persamaan yang terbentuk dapat diprediksikan mutu dari batako tersebut.

Kata kunci : kuat tekan, porositas, batako, *phyropilit*,

PENDAHULUAN

Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara pasir, semen portland dan air dengan perbandingan 1 semen : 4 pasir. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non-struktural. Bentuk dari batako/batu cetak itu sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu batu cetak yang berlubang (*hollow block*) dan batu cetak yang tidak berlubang (*solid block*) serta mempunyai ukuran yang bervariasi. Jika komposisi pasir pada pembuatan batako tepat, maka batako akan mencapai kualitas yang maksimal. Namun, semakin banyak pasir yang digunakan pada pembuatan batako maka

akan semakin berkurang kualitas batako, hal ini dikarenakan semakin berkurangnya daya lekat yang terjadi, sehingga diperlukan semen yang memiliki mutu yang baik.



Menurut SII yang mempengaruhi mutu batako adalah : faktor air semen (f.a.s), umur batako, dan kepadatan batako. Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan. Pada dasarnya semen memerlukan jumlah air sebesar 32% berat semen untuk

berekasi secara sempurna, akan tetapi apabila kurang dari 40% berat semen maka reaksi kimia tidak selesai dengan sempurna. Kuat tekan batako bertambah tinggi dengan bertambahnya umur batako. Oleh karena itu sebagai standar kekuatan batako dipakai kekuatan pada umur batako 28 hari. Kekuatan batako juga dipengaruhi oleh tingkat kepadatannya. Dalam pembuatan batako diusahakan campuran dibuat sepadat mungkin. Hal ini memungkinkan untuk menjadikan bahan semakin mengikat keras dengan adanya kepadatan yang lebih, serta untuk membantu merekatnya bahan pembuat batako dengan semen yang dibantu oleh air.

Pyrophyllite (*phyropilit*) adalah material dengan kandungan silika yang tinggi dan memiliki ketersediaan cukup banyak dan berada pada kawasan luas (ratusan hektar) di Indonesia. Piropilit adalah paduan dari alumunium silikat, yang mempunyai rumus kimia $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$

Tabel 1. Hasil analisa kimia piropilit

No.	Analisa Kimia	Kadar (%)
1	SiO ₂	75,53
2	Al ₂ O ₃	15,76
3	Fe ₂ O ₃	0,47
4	TiO ₂	-
5	CaO	1,79
6	MgO	0,56
7	CO ₂	-
8	CO ₃	-
9	K ₂ O	2,48
10	Na ₂ O	0,35



Gambar 1. Kristal pyrophyllite

Phyropilit memiliki keunggulan antara lain dapat membuat bahan struktural atau non-struktural yang ramah lingkungan dan meningkatkan kuat tekannya, sehingga dapat menghemat penggunaan semen dalam pembuatan bahan struktural maupun non-struktural yang dapat menurunkan biaya produksinya.

Penggunaan *phyropilit* sebagai bahan pengganti sebagian semen pada batako berpengaruh terhadap kuat tekan batako sehingga dengan begitu penggunaan semen untuk membuat batako dapat dikurangi sehingga dapat menghemat biaya pembuatan batako. Namun belum diketahui berapa persentase piropilit yang ditambahkan pada pembuatan batako agar mendapatkan kuat tekan yang maksimal. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hal tersebut.

Salah satu hal yang berpengaruh terhadap keawetan sebuah batako adalah porositas sebuah batako tersebut. Porositas berpengaruh terhadap keawetan suatu batako dikarenakan jika semakin banyak pori-pori yang ada dalam sebuah batako maka akan semakin banyaknya zat-zat yang merugikan masuk kedalam pori-pori batako tersebut, sehingga batako akan mudah rusak. Dan juga jika terlalu banyak terdapat pori-pori pada batako maka batako juga akan semakin mudah mengalami kerusakan.

Apakah terdapat hubungan antara perubahan porositas terhadap perubahan kuat tekan batako akibat penggunaan phiropilit merupakan hal yang akan dianalisa dalam makalah ini. Karena kuat tekan dan porositas batako merupakan karakteristik penting dalam mengetahui kekuatan dan keawetan suatu batako.

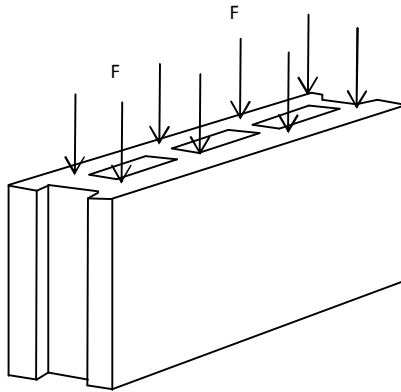
METODE PENELITIAN

Benda uji berbentuk balok berongga dengan panjang 40 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 20 cm. Uji tekan batako dilakukan pada *Concrete Compresion Machine*. dan pengamatan nilai porositas dilakukan dengan pengovenan dan perendaman benda uji sampai mencapai nilai berat batako konstan pada saat pengovenan dan perendaman.

Penelitian ini mempelajari hubungan antara kuat tekan dan porositas batako. Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah uji tekan dan porositas dengan variasi penggunaan piropilit 0%, 5%, 15, 10%, 20% dengan umur, 28 hari.

Total benda uji kuat tekan dan porositas masing2 sebanyak 3 buah untuk masing-masing variasi piropilit dari 15 buah sedangkan untuk uji porositas masing 2 jg 3 buah., Sehingga total jumlah benda uji porositas dan kuat tekan adalah adalah 30 buah.

Untuk perhitungan nilai kuat tekan, digunakan rumus berdasarkan SNI 03-0348-1989-7 berikut ini :



$$\text{Kuat Tekan (P)} = \frac{F}{A} \text{ kg/cm}^2 \text{ atau N/mm}^2$$

$$\text{Kuat Tekan Rata-rata } (\sum nP) = \frac{F}{A} \text{ kg/cm}^2$$

atau N/mm²

dengan :

- A = Luas penampang benda uji yang akan ditekan
- n = Jumlah benda uji
- F = Beban maksimum yang diberikan

Untuk perhitungan nilai porositas, dilakukan dengan cara :

- i. Menyiapkan benda uji lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100 °C selama 24 jam.
- ii. Benda uji dikeluarkan dari oven dan diangin-anginkan pada suhu kamar

(25°C) kemudian ditimbang sampai benar-benar nilai berat batako tidak berubah-ubah (tetap) sehingga didapatkan berat benda uji kondisi kering

- iii. Setelah itu benda uji dimasukkan ke dalam bak yang berisi air sampai terendam seluruhnya. Perendaman benda uji dilakukan selama 24 jam. Setelah perendaman selama 24 jam kemudian ditimbang dalam air dan didapatkan berat benda uji.
- iv. Benda uji dikeluarkan dari air dan dilap permukannya untuk mendapatkan kondisi SSD kemudian sampel ditimbang dan didapatkan berat benda uji kondisi SSD setelah perendaman.

Untuk mengetahui nilai porositas dapat diukur dengan perbandingan antara berat air dan udara yang berada dalam sampel yang sudah jenuh air dengan berat sampel yang telah kering. Secara matematis hal tersebut dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Porositas} = \frac{Wb - Wk}{Vb} \times \frac{1}{\rho_{air}} \times 100\%$$

dengan :

- Vb = volume benda uji (cm³)
- Wb = massa jenuh setelah perendaman (gr)
- Wk = massa kering setelah di oven (gr)
- ρ_{air} = massa jenis air (1 gr/cm³)

Untuk mengetahui hubungan variasi kadar piropilit terhadap kuat tekan dan porositas pada batako dilakukan dengan permodelan sederhana menggunakan analisis regresi. Analisis regresi menjelaskan hubungan antara satu variabel terikat yang tergantung pada satu variabel bebas.

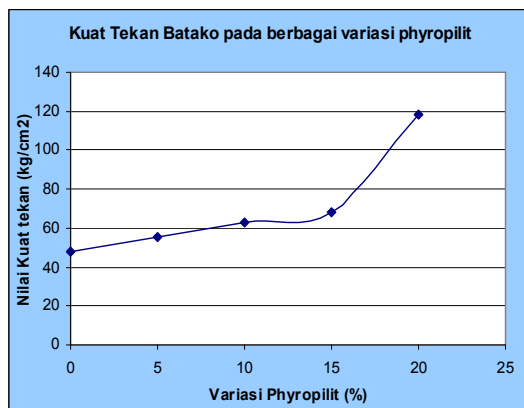
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian, didapatkan nilai kuat tekan dan porositas batako pada berbagai variasi *phyropilit* yang disajikan tabel 2 dan gambar 2 berikut:

Tabel 2. Nilai Kuat Tekan dan Porositas Batako PSDA Berbagai Variasi Piropilit (28hari) 25

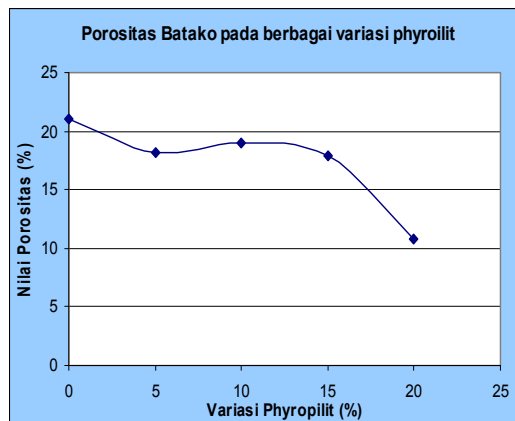
Kadar piropilit (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Porositas (%)	Kuat Tekan Rata-rata (%)	Porositas Rata-rata (%)
0	50,617	18,015	47,763	21
	54,057	23,956		
	38,614	21,03		
5	57,484	18,76	55,412	18,211
	64,599	16,569		
	44,154	19,305		
10	69,347	20,252	62,425	19,012
	63,92	19,241		
	54,008	17,542		
15	63,362	21,667	67,977	17,913
	74,548	15,194		
	66,02	16,877		
20	139,857	5,276	118,57	10,75
	112,48	13,745		
	103,375	13,228		

Dan berdasarkan hasil yang disajikan dalam tabel 2 tersebut dapat diperlihatkan hubungan yang terjadi antara kuat tekan batako dan variasi penggunaan phyropilit seperti pada gambar dan hubungan yang terjadi antara porositas batako dan variasi penggunaan *phyropilit* seperti pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata Batako dan variasi *phyropilit*

Dari gambar 2 terlihat bahwa nilai kuat tekan semakin meningkat dengan bertambahnya variasi *phyropilit* yang digunakan. Hubungan yang terjadi adalah semakin besar variasi *phyropilit* yang digunakan hingga variasi maksimum 20% akan menaikkan kuat tekan batako hingga 120 kg/cm².



Gambar 3. Grafik hubungan antara porositas rata-rata Batako dan variasi *phyropilit*

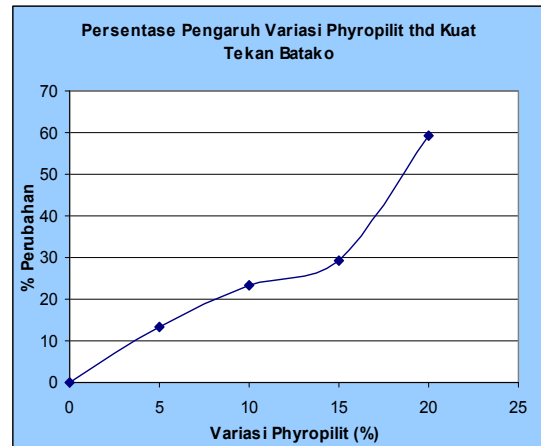
Untuk gambar 3 menunjukkan hubungan yang berbeda dengan gambar 2. Disini penambahan variasi penggunaan *phyropilit* semakin menurunkan nilai pori yang terjadi. Semakin besar variasi *phyropilit* yang digunakan hingga variasi maksimum 20% akan menurunkan nilai porositas hingga 10,75%. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin besar variasi *phyropilit* yang digunakan (hingga maksimum 20%) maka nilai kuat tekan akan terus meningkat dan nilai pori akan semakin menurun.

Dari hasil data tersebut terlihat bahwa besar perubahan yang terjadi pada nilai kuat tekan dan porositas batako akibat penggunaan *phyropilit* dengan berbagai variasi tidaklah sama. Persentase perubahan kuat tekan dan porositas yang terjadi pada batako pada umur 28 hari disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Persentase perubahan kuat tekan dan porositas batako umur 28 hari

Kadar piropilit (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Porositas (%)
0	0	0
5	13,32	-13,282
10	23,31	-9,4714
15	29,19	-14,703
20	59,4	-48,814

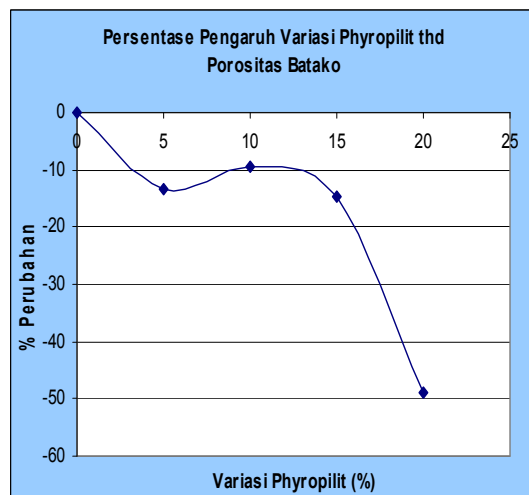
Dan dari hasil perubahan tersebut dapat kita lihat hubungan yang terjadi untuk masing-masing variasi *phyropilit*. Untuk nilai kuat tekan yang terjadi akibat perubahan variasi *phyropilit* meningkat dari 13% ,pada variasi 5%, hingga 59%, pada variasi maksimum 20%, dari kondisi kuat tekan batako tanpa *phyropilit*. Hal ini juga



tergambar pada grafik 4 berikut:

Gambar 4. Grafik hubungan antara persentase perubahan kuat tekan Batako dan variasi *phyropilit*

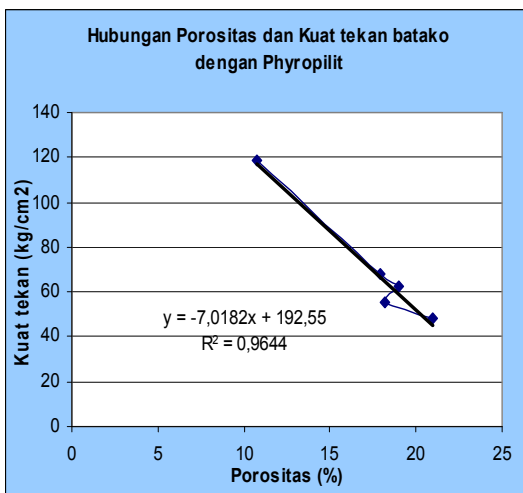
Sedangkan untuk prosentase perubahan porositas batako akibat perubahan variasi *phyropilit* besarnya terus menurun dari 10% hingga 48% (untuk variasi *phyropilit* 5% hingga *phyropilit* maksimum 20%) seperti pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik hubungan antara persentase perubahan porositas Batako dan variasi *phyropilit*

Penambahan kadar *phyropilit* pada batako cukup besar pengaruhnya terhadap kuat tekan batako. Hal ini dikarenakan fungsi penggunaan *phyropilit* dapat menambah silika pada batako sehingga kuat tekannya meningkat. Dan penggunaan ukuran butiran *phyropilit* yang cukup kecil mampu mengurangi pori dari batako sehingga kepadatannya meningkat dan kuat tekanya pun semakin meningkat.

Dari hasil yang ada terlihat bahwa terjadi perubahan kuat tekan batako seiring dengan perubahan porositas yang terjadi akibat penggunaan *phyropilit*. Untuk kuat tekan nilai perubahan yang terjadi adalah semakin besar variasi *phyropilit* maka semakin besar nilai kuat tekan. Sedangkan untuk porositas semakin besar variasi penggunaan *phyropilit* maka nilai porositasnya akan semakin mengecil. Dan antara kuat tekan dengan porositas pada berbagai variasi *phyropilit* menunjukkan hubungan seperti pada grafik 6 dan 7.



Gambar 6. Grafik hubungan antara porositas dan Kuat Tekan Batako dengan *phyropilit*

Hubungan yang terjadi antara perubahan porositas dan kuat tekan akibat penggunaan *phyropilit* sebagai bahan pengganti semen pada batako menunjukkan kecenderungan bahwa seiring penurunan porositas karena kenaikan persentase variasi

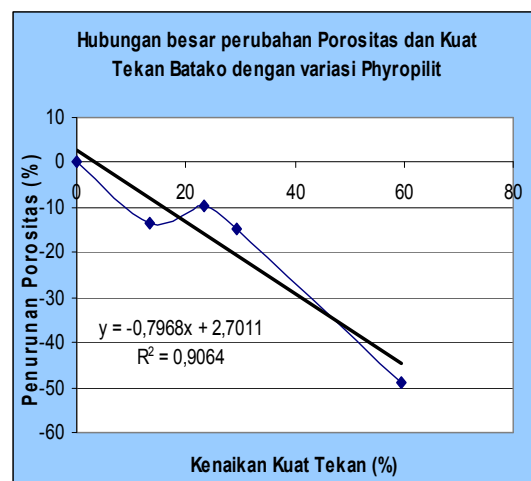
penggunaan *phyropilit* akan terjadi kenaikan kuat tekan batako. Semakin tinggi variasi *phyropilit* yang digunakan maka nilai porositas akan semakin mengecil dengan nilai persentase penurunan yang terjadi semakin membesar. Hal ini berbanding terbalik dengan nilai kuat tekan yang terjadi. Dimana dengan semakin naiknya variasi *phyropilit* yang digunakan maka nilai kuat tekan akan semakin meningkat

Berdasarkan analisa regresi didapatkan hubungan yang terjadi pada hubungan tersebut dapat didekati dengan jenis hubungan linear. Dimana hubungan linear yang terbentuk dapat didekati dengan persamaan :

$$Y = -7,0182 x + 192,55$$

Dengan nilai y adalah kuat tekan batako dan x adalah nilai pori batako. Sehingga dengan persamaan tersebut dapat diprediksikan berapakah kuat tekan batako untuk nilai pori tertentu pada range variasi *phyropilit* dari 0-20%. Untuk variasi *phyropilit* lebih dari 20% perlu diadakan penekitian lebih lanjut untuk mendapatkan data yang lebih akurat.

Sedangkan untuk besar perubahan (%) perubahan) antara kuat tekan dan porositas batako pada berbagai variasi *phyropilit* tersebut disajikan dalam gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik hubungan % Perubahan Porositas dan Kuat Tekan Batako dengan *phyropilit*

Terlihat bahwa hubungan antara persentase perubahan porositas dan kuat tekan batako akibat penggunaan *phyropilit*

juga merupakan hubungan yang *linier*. Semakin besar persentase perubahan porositas maka persentase perubahan kuat tekan juga semakin meningkat. Dimana hubungan yang terjadi dapat didekati pula dengan persamaan :

$$Y = -0,7968x + 2,7011$$

Dengan *y* adalah persentase perubahan porositas dan *x* adalah persentase perubahan kuat tekan.

KESIMPULAN

Dari analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hubungan yang terjadi antara kuat tekan dan nilai porositas batako dengan variasi *phyropilit* sebagai bahan pengganti sebagian semen merupakan hubungan yang linear. Semakin besar penambahan *phyropilit* akan menyebabkan turunnya nilai pori yang menyebabkan meningkatnya kuat tekan batako dimana hingga variasi *phyropilit* 20% kondisinya akan terus meningkat. Hal yang sama terjadi pada persentase penurunan nilai porositas seiring dengan persentase kenaikan kuat tekan dengan hubungan yang terbentuk juga hubungan yang linear.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Dr.Eng Achfas Zacoeb,ST.MT dan Yanuar Azis selaku anggota penelitian "Pengaruh Penggunaan Phyropilit dan Variasi Semen pada Kuat tekan dan Porositas *Batako*" atas semua sumbangsih tenaga dan pemikirannya dalam penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Jensen, A. C. dan Harry H. 1991. *Kekuatan Bahan Terapan, Edisi Keempat*. Erlangga: Jakarta.
- Kardiyono,T. 1992. *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Prapto, H. 1997. *Penelitian Skala Laboratorium Potensi Batu Piropilit di Desa Karanggede, Kec. Arjosari, Kab. Pacitan, Propinsi Jawa Timur dan Prospek Pengembangannya*. Jakarta: Media Teknik.
- SNI 03-0348-1989. *Bata Beton Pejal, Mutu dan Cara Uji*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Smith, M, J & Ismoyo, Ir, PH (1979). *Bahan Konstruksi dan Struktur Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- <http://www.galleries.com/minerals/silicate/pyrophyll/pyrophyll.htm>. (diakses 27 September 2011).
- <http://bumi-is-earth.blogspot.com/2011/05/piropilit.html>. (diakses 25 September 2011).
- <http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Phiropilit/ulasan.asp?xdir=Phiropilit&commId=28&comm=Phiropilit>. (diakses 28 September 2011)
- <http://wimvynurbahri.blogspot.com/2011/06/semn.html>. (diakses 18 Agustus 2011).
- http://rafindaega.blogspot.com/2009_12_01_archive.html. (diakses 8 Juli 2011).
- www.nuansamase.blogspot.com/2011/06/piropilit-al2si4o10oh2.html. (diakses 28 September 2011).

Halaman ini sengaja dikosongkan