

PEMANFAATAN SILIKA GEL UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON

A. Junaidi

Staf Pengajar Prodi Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

INTISARI

Berbagai penelitian tentang beton telah banyak dilakukan oleh para ahli baik itu materialnya, komposisinya, bahan tambahan dan lain-lain. Pada penelitian ini penulis menggunakan bahan tambah berupa Silika Gel dalam campuran beton dengan harapan dapat meningkatkan kuat tekan pada beton.

Penelitian ini menggunakan 8 Variasi dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm dengan delapan variasi. Setiap satu variasi enam buah benda uji, delapan variasi tersebut yaitu normal, dengan bahan tambah *Silica Gel* persentase penambahan *Silica Gel* 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 17,5%. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.

Dari hasil pengujian dilaboratorium didapat kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan kondisi beton normal sebesar 406,82 kg/cm², sedangkan peningkatan optimum terjadi pada penambahan *Silica Gel* 10% kuat tekan beton karakteristiknya sebesar 479,77 kg/cm² dan ini artinya terjadi peningkatan persentase 17,93% dari beton normal

Kata Kunci : *Silica Gel*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan material yang paling banyak digunakan di dunia dalam bangunan konstruksi. Beton adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen dan air, serta kadang-kadang ditambahkan bahan tambah yang lain dengan perbandingan tertentu, selain itu beton juga memiliki keistimewaan, antara lain mampu menahan gaya tekan, dapat diproduksi dalam jumlah yang besar secara bersamaan (sistem pabrikasi) dan juga dapat dibentuk sesuai yang diinginkan.

Dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi dan bangunan massal lainnya, perlu dibutuhkan beton dengan kekuatan tinggi dan beton bermutu tinggi. Penelitian tentang beton telah dilakukan sejak lama, berbagai macam penelitian mengenai beton baik materialnya, komposisi, bahan tambah dan lain-lain telah banyak dilakukan oleh para ahli. Penelitian tersebut terus berlangsung hingga saat ini. Tujuan dari semua itu adalah untuk menciptakan beton yang berkualitas baik dan bermutu tinggi.

Diantara bahan tambah yang dapat dipergunakan dalam konstruksi beton adalah *Silica Gel*. *Silica Gel* merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO₂). Sol mirip agar – agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan butiran mirip kaca dan bersifat tidak elastis, sifat ini menjadikan *Silica Gel*

dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis, serta mudah dicari.

Silica Gel sendiri mengandung unsur silika yang sangat tinggi dimana Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Baristand Industry Palembang, kadar silika (SiO₂) yang terkandung pada *Silica Gel* yaitu 98,85% yang bisa digunakan untuk campuran beton dan berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton. Silika dengan ukuran mikron banyak diaplikasikan dalam material *building*, yaitu sebagai bahan campuran pada beton. Rongga yang kosong di antara partikel semen akan diisi oleh *Silica Gel* sehingga berfungsi sebagai bahan penguat beton (*mechanical property*) dan meningkatkan daya tahan (*durability*).

Oleh karena itu dengan kadar silika yang sangat tinggi yang dimiliki pada *silica gel* ini, peneliti ingin membahas penggunaan *Silica Gel* sebagai bahan pencampur beton. Peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambahan *Silica Gel* Pada Kuat Tekan Beton K400”.

Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh dari penambahan *Silica Gel* terhadap kuat tekan beton. Dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana kuat tekan yang dihasilkan dengan menggunakan bahan tambah *Silica Gel*.

Permasalahan

Untuk mengetahui kuat tekan beton K-400 dengan variasi penambahan *silica gel* serta

persentase penambahan *silica gel* yang paling baik sehingga menghasilkan mutu beton maksimum.

Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah pengaruh penambahan *Silica Gel* pada campuran beton K-400. Dimana jumlah keseluruhan benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 48 sampel, masing-masing 6 sampel benda uji dengan variasi penambahan *Silica Gel* 0% (normal), 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 17,5% terhadap berat semen. Pengujian tersebut akan diuji ketika beton berumur 28 hari. Jenis cetakan yang digunakan untuk benda uji berbentuk kubus dengan ukuran (15 cm x 15 cm x 15 cm).

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Menurut (Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*) Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture* atau *addictive*).

Pasta semen sebagai bahan pengikat, terbentuk dari semen yang bereaksi dengan air yang akibat proses hidrasi kemudian mengeras. Beton digunakan secara struktural pada bangunan-bangunan pondasi, kolom, balok dan plat, kemudian pada konstruksi cangkang, jalan, menara, dam, pelabuhan bangunan lepas pantai dan sebagainya. Beton merupakan struktur yang mendukung berdirinya suatu konstruksi. Beton terdiri dari campuran semen, agregat, air dan bahan tambahan (*admixture*) yang berfungsi untuk merubah sifat – sifat tertentu dari beton tersebut jika diperlukan.

Syarat-syarat Campuran Beton

Adapun syarat – syarat yang harus dipenuhi untuk campuran beton sebagai berikut:

1. Kekuatan desak, kuat desak yang dicapai pada umur yang ditentukan harus memenuhi persyaratan yang diinginkan

menurut karakteristik mutu dari beton yang direncanakan.

2. Workabilitas yang cukup guna pengangkutan, pencetakan dan pemadatan beton sepenuhnya dengan peralatan yang tersedia dalam pengerjaan pembentukan beton yang diinginkan.
3. Sifat beton awet berhubungan dengan kekuatan desak, semakin besar kekuatan, semakin awet betonnya.

Material Pembentuk Beton

Material pembentuk beton adalah campuran antara bahan-bahan dasar beton yaitu semen, air, agregat kasar dan agregat halus dengan perbandingan tertentu sehingga menghasilkan mutu beton yang baik.

1.Semen

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen – fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Berdasarkan sifatnya semen dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Semen non hidrolis, yaitu semen yang tidak dapat mengeras dan tidak stabil dalam air. Contohnya : gips dan kapur keras.
- b. Semen hidrolis, yaitu semen yang dapat mengeras bila dicampur dengan air. Contohnya : Semen Portland.

Fungsi semen adalah untuk melekatkan butir – butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat, selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

Ada empat oksida senyawa utama yang membentuk bahan semen terhadap proses pengikatan dan pengerasan yang terdiri dari batu kapur (*lime stone*) CaO, Silika (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), besi oksida (Fe₂O₃). Total kandungan keempat oksida ini ± 90% dari total berat semen, sedangkan sisanya terdiri dari oksida magnesium dan beberapa unsur lainnya seperti alkali, titanium, sulfur dan phosphor. Empat senyawa kompleks tersebut tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Empat Senyawa Utama dari Semen Portland

Nama Oksida Utama	Rumus Empiris	Rumus Oksida	Notasi Pendek	Kadar rata-rata (%)
Trikalsium Silikat	CaSiO ₅	3CaO.SiO ₂	C ₃ S	50
Dikalsium Silikat	Ca ₂ SiO ₄	2CaO.SiO ₂	C ₂ S	25
Trikalsium Aluminate	Ca ₃ AlO ₆	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A	12

Tetrakalsium Aluminoferrit	$2\text{Ca}_2\text{AlFeO}_5$	$4\text{CaO}\cdot\text{AlO}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	8
Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum)		$\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CSH_2	3,5

Sumber: Paul Nugraha dan Antoni, 2007, Teknologi Beton

Keterangan :

C = CaO,

S = SiO₂,

A = Al₂O₃,

F = Fe₂O₃,

H = H₂O,

S = SO₄²⁻

Tabel 2. Komposisi Umum Oksida-oksida Semen Portland Tipe I

Oksida	Notasi Pendek	Nama Umum	% Berat
CaO	C	Kapur	63
SiO ₂	S	Silika	22
Al ₂ O ₃	A	Alumina	6
Fe ₂ O ₃	F	Ferrit oksida	2,5
MgO	M	Magnesia	2,6
K ₂ O	K	Alkalis	0,6
Na ₂ O	N	Disodium oksida	0,3
SO ₂	S	Sulfur dioksida	2,0
CO ₂	C	Karbon dioksida	-
H ₂ O	H	Air	-

Sumber: Paul Nugraha dan Antoni, 2007, Teknologi Beton

2. Agregat

Agregat adalah campuran butiran mineral yang berfungsi sebagai pengisi dipakai bersama dengan bahan peraka dan membentuk suatu massa yang keras, padat bersatu disebut adukan atau beton. Pada umumnya campuran beton terdiri atas agregat kasar yang berupa kerikil atau batu pecah dan agregat halus yang berupa pasir.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah batuan yang lebih besar dari 4,80 mm (4,75 mm) berdasarkan standar ASTM. Adapun syarat-syarat agregat kasar antara lain :

- Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan butir lebih dari 5 mm.
- Agregat kasar terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir pipih tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir – butir agregat

bersifat kuat, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh – pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

- Agregat kasar tidak boleh mengandung zat – zat yang dapat merusak beton seperti zat – zat reaktif alkali.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering), yang diartikan dengan lumpur adalah bagian – bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. apabila kadar lumpur melampaui 1% maka harus cuci.
- Kekasaran dari butir agregat diperiksa dengan bejana penguji dan rudeloff dengan beban penguji 20 ton, dengan syarat-syarat sebagai berikut:
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat.
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22% berat. Atau dengan mesin Los Angeles, dimana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
- Agregat kasar harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya

dan apabila dengan susunan ayakan yang ditentukan dengan syarat – syarat sebagai berikut:

1. Sisa diatas ayakan 31,5 mm harus 0% berat.
 2. Sisa ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat.
 3. Selisih antara sisa – sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60 % dan minimum 10% berat.
- g. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang – bidang samping dari cetakan, 1/3 tebal dari tebal plat atau 3/4 dari jarak bersih minimum diantara batang – batang atau berkas tulangan.

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya berdiameter antara 0,15 – 5 mm. Di dalam beton agregat halus berfungsi sebagai bahan pengisi pori – pori beton sehingga beton menjadi padat dan mendukung kekuatan beton. Persyaratan agregat harus sesuai dengan peraturan Beton Bertulang Indonesia adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil disitegrasi alami dari batu – batuan atau pasir batuan yang dihasilkan oleh alat – alat pemecah batu.
- b. Agregat halus harus terdiri dari butir – butir yang tajam dan keras. Butir butir harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang artinya dengan lumpur adalah bagian – bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm, apabila lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan – bahan organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams harder (dengan larutan NaOH).
- e. Agregat halus harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dengan syarat – syarat sebagai berikut:
 1. Sisa diayakan 4 mm, harus minimum 20% berat.
 2. Sisa diayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.

3. Sisa diayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat.

f. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton. Kecuali dengan petunjuk – petunjuk dari lembaga bahan – bahan yang diakui.

3. Air

Air merupakan salah satu bahan yang diperlukan dalam pencampuran beton, karena mampu membantu mempercepat terjadinya proses kimia antara air dengan semen. Dengan adanya proses hidrasi semen menyebabkan peningkatan terhadap kekuatan beton. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 30% berat semen saja. Namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sebagai pelumas, tetapi perlu diketahui bahwa tambahan lain untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah dan betonnya akan porus.

Jika mutu air yang akan digunakan untuk campuran atau untuk perawatan tidak memenuhi persyaratan maka konstruksi beton tersebut mutunya akan buruk. Untuk itu sebelum digunakan air terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan agar didapat hasil beton yang mutunya benar – benar tercapai kuat tekan karakteristiknya. Syarat-syarat air yang dapat digunakan dalam campuran beton antara lain: tidak mengandung minyak, sulfat, klorida, asam alkali, bahan padat, bahan organik atau bahan-bahan yang dapat merusak beton atau tulangan baja.

Apabila tidak melakukan pemeriksaan maka dapat digunakan cara sebagai berikut:

1. Air PAM atau air sumur yang dapat diminum dan bersih.
2. Mengadakan percobaan perbandingan kekuatan tekan mortar (semen+air) dari air setempat dengan air suling. Air dapat digunakan bila hasil kuat tekan pada umur 28 hari minimum 90% dari kekuatan tekan mortar dengan air suling.

Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Jumlah Semen

Jumlah kandungan semen dalam beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Jika faktor air semen sama (nilai slump berbeda), beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tinggi. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit didapatkan sehingga kuat tekan beton

rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori dan akibatnya kuat tekan beton rendah.

Untuk nilai slump yang sama (dengan faktor air semen berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat desak lebih tinggi. Hal ini terjadi karena pada nilai slump yang sama, jumlah air pengaduk hampir sama sehingga penambahan semen berarti pengurangan nilai faktor air semen, yang akan dapat menghasilkan penambahan kuat desak beton itu.

Umur Beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur dari pada beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor antara lain: faktor air semen dan suhu perawatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan maka semakin cepat tua umur beton tersebut, perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur terhadap beton yang berumur 28 hari dapat diambil menurut tabel berikut:

Tabel 3. Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur

Umur Beton	Semen Portland	Semen Portland dengan kekuatan awal yang tinggi
3	0.46	0.55
7	0.65	0.75
14	0.88	0.90
21	0.95	0.95
28	1.0	1.00
90	1.2	1.15
365	1.35	1.20

Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Dalam praktek pembuatan beton nilai fas berkisar antara 0,4 sampai dengan 0,6.

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS semakin rendah mutu kekuatan beton. namun demikian, nilai FAS, yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pekerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antara partikel dalam beton

sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butiran semennya. Untuk mengatasi kesulitan pengerjaan karena rendahnya nilai FAS ditambahkan bahan tambah “*Admixture Concrete*” yang menambah keenceran.

Sifat agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan gradasi butiran agregat, (agregat halus maupun agregat kasar). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehinggaseluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat yang berukuran besar.

Jenis Agregat Berdasarkan Ukuran dan Produksi

a. Agregat Kasar

Perbedaan antara agregat kasar dan halus adalah pada ukuran 4,80 mm. Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 4,80 mm, sedangkan agregat kasar adalah agregat yang lebih besar dari 4,80 mm. Agregat kasar berdasarkan sumbernya dibedakan menjadi dua golongan, yaitu agregat yang berasal dari alam dan agregat buatan. Contoh agregat yang berasal dari alam adalah kerikil/koral sungai, sedangkan contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari stone crusher, pecahan genteng, split. Ukuran agregat yang berbeda – beda memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton.

b. Agregat Halus

Agregat halus berdasarkan sumbernya dibedakan menjadi dua, yaitu agregat halus yang berasal dari daratan dan sungai. Contoh agregat halus yang berasal dari daratan yaitu pasir dari tanah galian, pesisir pantai dan sumur – sumur yang mengandung pasir. Agregat halus (pasir) yang berasal dari tanah galian biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan yang paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

Pasir kasar alami biasanya dapat memenuhi syarat gradasi zona I dari *British Standard* (B.S), tetapi mineral

halusnya yang berukuran lebih kecil dari 0,3 mm tidak cukup banyak. Pasir yang masuk zona II dan III dapat juga ditemukan dalam pasir alami, tetapi biasanya banyak mengandung *silt* dan *clay*.

Sifat agregat berdasarkan bentuk agregat:

a. Agregat Bulat

Agregat jenis ini adalah pasir atau kerikil alam dan mempunyai rongga udara minim 33%, sehingga rasio luas permukaan kecil. Beton yang dihasilkan dari agregat ini kurang cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antara agregat kurang kuat.

b. Agregat Bulat Sebagian

Agregat ini memiliki rongga udara antara 35-38%, membutuhkan semen lebih banyak untuk membentuk semen segar, ikatan antara butiran lebih baik dari agregat bulat dan belum cukup untuk beton mutu tinggi.

c. Agregat Bersudut

Agregat jenis ini mempunyai sudut-sudut yang tampak jelas, dengan permukaan kasar. Rongga udara pada agregat ini berkisar 38-40%, sehingga membutuhkan lebih banyak lagi pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi karena ikatan antara agregatnya kuat.

d. Agregat Panjang

Agregat ini panjangnya jauh lebih besar daripada lebarnya dan lebarnya jauh lebih besar daripada tebalnya. Agregat disebut panjang jika ukuran terbesarnya lebih dari 9/5 dari ukuran rata-rata.

e. Agregat Pipih

Agregat disebut pipih jika perbandingan tebal agregat terhadap ukuran-ukuran lebar dan tebal lebih kecil. Agregat pipih tidak baik untuk campuran beton mutu tinggi. Agregat pipih jika ukuran terkecilnya kurang dari 3/5 ukuran rata-rata atau lebih kecil dari 9 mm.

f. Lonjong (memanjang)

Butiran agregat dikatakan lonjong jika perbandingan ukuran yang terpanjang dan terlebar lebih dari 3 cm.

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah mineral (*additive*) dan bahan tambah *admixture*. Yang dimaksud dengan bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton sebelum atau setelah selama pengadukan semen. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat – sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambahan biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

Bahan Tambah Serat

Salah satu bahan tambah beton adalah serat (*fibre*). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fibre reinforced concrete*). Karena ditambah serat, maka menjadi suatu bahan komposit yaitu beton dan serat. Serat dapat berupa asbestos, palstik, baja, gelas kaca atau serat tanaman atau tumbuhan.

Tujuan utama serat kedalam beton ialah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah membuat beton mudah retak, yang akhirnya mengurangi keawetan beton dengan adanya serat membuat beton menjadi lebih tahan retak dan tahan benturan jika penyerapan energi diperlukan.

Bahan Tambah Kimia

Jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah, jenis dan definisi bahan tambah kimia ini sebagai berikut (Mulyono, Tri, 2004).

1. Tipe A “*Water Reducing Admixtures*”
2. Tipe B “*Retarding Admixtures*”
3. Tipe C “*Accerlating Admixtures*”
4. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”
5. Tipe E “*Water Reducing and Accerlating Admixtures*”
6. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”
7. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”

Pozzolan

Bahan Tambah

Pozzolan adalah bahan alam atau batuan yang sebagian besar terdiri dari unsur – unsur silikat dan aluminat yang sebagian besar terdiri dari unsur – unsure silikat dan aluminat yang relatif. Pozzolan sendiri tidak mempunyai sifat semen, tetapi dalam keadaan halus (lolos ayakan 0,21 mm) bereaksi dengan air dan unsure kapur pada suhu normal (24 - 27°C) menjadi suatu massa padat yang tidak larut dalam air.

Pozzolan dapat dipakai sebagai bahan tambah atau sebagai pengganti semen Portland. Bila dipakai sebagai pengganti semen Portland, umumnya berkisar antara 10% - 30% berat semen. Bahan tambahan ini dapat membuat beton lebih tahan terhadap garam, sulfat dan air asam. Laju kenaikan kekuatannya lebih lambat dari pada beton normal, namun sesudah 3 bulan (90 hari) kuat tekannya dapat sedikit lebih tinggi.

Bila pozzolan dipakai sebagai bahan tambah akan menjadikan beton lebih mudah untuk diaduk, lebih rapat air, dan lebih tahan terhadap serangan kimia. Beberapa pozzolan dapat mengurangi pemuaihan beton yang terjadi akibat proses reaksi alkali garet (reaksi alkali dalam semen dengan silca dalam agregat) dengan demikian mengurangi retak – retak beton akibat reaksi tersebut.

a. Abu Terbang Batu Bara (*Fly ash*)

Menurut ASTM C.618 (ASTM.1995: 304) abu terbang (*fly ash*) didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara, dapat dibedakan menjadi dua yaitu abu terbang normal yang dihasilkan dari pembakaran batu bara antrasit atau bara bitomius dan abu terbang kelas C yang dihasilkan dari batu bara jenis lignite/ subbitumaus. Abu terbang kelas C kemungkinan mengandung kapur (*lime*) lebih dari 10% beratnya.

b. *Slag*

Slag merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi. definisi dalam ASTM. C. 989. “*Standard specification for ground granulated blast furnace slag for use in concrete and mortar*” (ASTM,1995) adalah produk non-metal yang merupakan material berbentuk halus granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan, misalnya dengan mencelupkannya dalam air.

faktor-faktor untuk menentukan sifat penyemenan (*cement* dalam *slag*) adalah komposisi kimia, konsentrasi alkali dari

terhadap system kandungan kaca dalam slag, kehalusan dan temperature yang ditimbulkan selama proses hidrasi berlangsung.

c. *Silica Fume*

Menurut “*standard specification for silica fume for use in Hidarulic cemen concrete and mortar*” (ASTM. C. 1240, 1995: 637-642) *silica fume* adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silica lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silicon atau loy besi silicon (dikenal sebagai gabungan antara *microsilika* dengan *fume*).

Penggunaan *silica fume* dalam campuran beron dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi, beton dengan kekuatan tinggi dapat digunakan dalam, untuk kolom struktur atau dinding geser, dre-cast atau beton prategang dan beberapa keperluan lain. Kekuatan beton tinggi saat ini sekitar 50 – 70 Mpa untuk mur 28 hari, penggunaan silica fume berkisar antara 0 – 30% untuk memperbaiki karakteristik kekuatan dan keawetan beton dengan faktor semen 0.34 dan 0.28 tanpa bahan superplasizer dengan nilai 50 mm.

Silica Gel

Silica gel adalah butiran seperti kaca dengan bentuk yang sangat berpori. Walaupun namanya *Silica Gel* namun bentuknya padat. *Silica Gel* merupakan mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik. Luas permukaan silika gel yang besar 300- 800 m²/g, akibat dari banyaknya pori yang dimilikinya. Sifat yang paling penting dari *silica gel* adalah sebagai adsorben yang dapat diregenerasi. *Silica gel* memiliki kemampuan menyerap yang sangat besar terhadap molekul-molekul air. Dengan bertambahnya luas permukaan *silica gel*, porositas *silica gel* juga akan bertambah. (Putranto, Dodi. 2011).

Terdapat dua jenis silika gel antara lain :

1. *Silica Gel Blue*.

Berwarna biru merupakan indikator warna berubah menjadi merah bata pada kondisi jenuh. Namun sebaiknya *Blue Silica Gel* dihindari penggunaannya dari produk makanan.

Manfaat dari pada *Silica Gel Blue* adalah:

- Menyerap kelembaban dalam suatu ruang tertutup.

- Menghilangkan uap air dari kandungan tertentu Antikarat dari instrumen kering untuk membungkus instrumen presisi dll.
- Untuk menjaga kualitas produk terutama untuk barang-barang elektronik, tas kulit, shoes, textile dll.
- Berbahaya untuk makanan karena sudah bercampur dengan bahan kimia perubah warna.

2. Silica Gel White.

yaitu butiran berwarna putih/ bening.

Manfaat dari pada Silica Gel Putih adalah:

- Menyerap kelembaban dalam suatu ruang tertutup.
- Mencegah jamur/buluk/karat ataupun apek pada produk makanan kemas, obat-obatan dan lain-lain. Tersedia dalam bentuk sachet (3x5 cm) dengan berat +/- 1 gram/sachet nya aman untuk makanan dikarenakan *silica gel* putih tidak mengandung bahan kimia perubah warna bila sudah mencapai jenuh. *Silica Gel* Putih lebih di tujukan pada barang makanan kemas/obat dll. (Anonim, 2013.)

Sebagai pengering, ia memiliki ukuran pori rata-rata 2,2- 2,6 nanometer dan memiliki afinitas yang kuat untuk molekul air. *Silica gel* ini suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2). Sol mirip agar – agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. (Anonim, 2008.)

Silica dengan ukuran mikron banyak diaplikasikan dalam material *building*, yaitu sebagai bahan campuran pada beton. Rongga yang kosong di antara partikel semen akan diisi oleh *Silica Gel* sehingga berfungsi sebagai bahan penguat beton (*mechanical property*) dan meningkatkan daya tahan (*durability*). (Sulastri, Siti. 2010.)

Diketahui *Silica Gel* mempunyai kandungan silikon dioksida (SiO_2) yang cukup besar dan sangat baik sebagai bahan tambah atau pengganti pada campuran beton. Setelah dilakukan test uji di Laboratorium Baristand Industri Palembang maka diperoleh hasil kadar *Silica Gel* sebagai berikut :

Tabel 4. Unsur Silika Silica Gel

No.	Parameter uji	Satuan	Standar	Hasil Uji UAK-0233	Metode Uji
1.	Silika (SiO_2)	%	-	98,85%	Gravimetri

Sumber: Laboratorium Baristand Industry Palembang

Reaksi Hidrasi Semen.

Proses hidrasi semen adalah proses untuk mempercepat pengeringan pada beton. ketika air ditambahkan kedalam campuran semen, proses kimiawi yang disebut hidrasi akan berlangsung. Senyawa kimia di dalam semen akan beraksi dengan air dan membentuk komponen baru.

Mekanisme hidrasi semen ada dua, yaitu mekanisme larutan dan mekanisme padat. Pada mekanisme larutan, zat akan direaksikan larutan dan menghasilkan ion dalam larutan. Ion-ion ini kemudian akan bergabung sehingga menghasilkan zat yang menggumpal (*flocculate*) pada semen, karena daya larut senyawa yang ada kecil maka hidrolis lebih dominan daripada larutan.

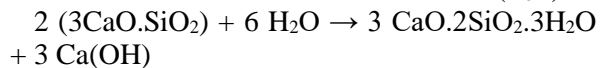
Tabel 5. Reaksi Hidrasi Senyawa Semen

Senyawa yang bereaksi	Komponen yang dihasilkan
Trikalsium silikat + Air	Gel tobermorit + Kalsium hidroksida
Dikalsium silikat + Air	Gel tobermorit + Kalsium hidroksida
Tetrakalsium aluminoferrit + Air + Kalsium hidroksida	kalsium aluminoferrit hidrat
Tetrakalsium alumina + Air + Kalsium hidroksida	Tetrakalsium aluminat hidrat
Tetrakalsium aluminat + Air + Kalsium	Kalsium monosulfoaluminate

Sumber: Paul Nugraha dan Antoni, 2007, Teknologi Beton

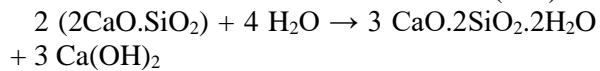
a. Hidrasi C₃S dan C₂S

Reaksi hidrasi semen trikalsium silikat (C₃S)



2 C₃S + 6H₂O → C-S-H gel + 3CH₂
trikalsium silikat → gel tobermorite + kalsium hidroksida

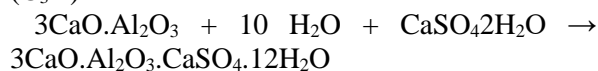
Reaksi hidrasi semen dikalsium silikat (C₂S)



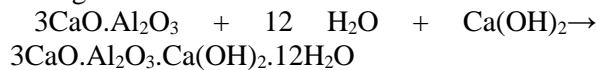
2 C₂S + 4 H₂O → C-S-H gel + CH₂
dikalsium silikat → gel tobermorite + kalsium hidroksida

b. Hidrasi C₃A

Reaksi hidrasi semen trikalsium aluminat (C₃A)



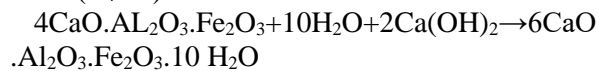
Trikalsium aluminat + gypsum → ettringite



Trikalsium aluminat → kalsium aluminat hidrat

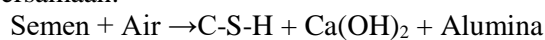
c. Hidrasi C₄AF

Reaksi hidrasi semen tetrakalsium aluminoferrit (C₄AF)

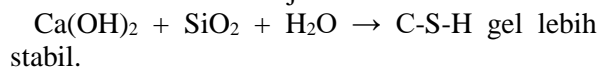


Tetrakalsium aluminoferrit + kalsium → aluminoferrit hidrat

Pelekatan antara mortar dengan agregat terjadi pada saat proses hidrasi berlangsung. Proses hidrasi secara umum dapat ditunjukkan dengan persamaan:



Komponen utama yang menghasilkan kekuatan gel koloid, calcium silicate hydrate yang disebut dengan tobermorite. Dengan menambahkan *silica gel* yang mengandung *silica dioksida* (SiO₂) maka akan menghasilkan reaksi gel C-S-H lebih stabil. Reaksi akan menjadi:



C-S-H lebih stabil akan meningkatkan daya lekat antara pasta semen dengan agregat sehingga menambah kekuatan campuran. Kalsium silikat dan kalsium aluminat hidrat yang bersifat hidrofilis. Semen Portland yang terhidrasi akan melepaskan senyawa kalsium hidroksida didalamnya akan berisi secara kimia dengan kalsium hidroksida tersebut. Senyawa silikat dan

aluminat hidrat yang terbentuk sangat membantu meningkatkan kekuatan.

METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan bahan dan mutu beton yang akan digunakan dalam suatu konstruksi memerlukan perencanaan desain campuran beton (mix design). Dalam perencanaan diharapkan menghasilkan komposit bahan yang tepat sehingga didapat beton yang berkualitas baik dan mengikuti variasi – variasi sifat beton tanpa mengabaikan segi ekonominya.

Pada Penelitian ini digunakan Silica Gel Blue yang memiliki ukuran butiran lebih besar dari semen yang ditumbuk halus lolos saringan 100” (0,15mm) untuk mempermudah proses pengikatan beton.

Adapun tata cara dan persiapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan desain Jobmix
2. Pengujian Material
3. Pembuatan Benda uji

Setelah desain campuran adukan beton didapatkan, serta pengujian material juga sudah dilaksanakan, maka selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji. Disini penulis menggunakan sampel benda uji sebanyak 48 buah dengan 8 kondisi, yaitu kondisi normal, kondisi normal ditambah *silica gel* 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, dan 17,5%. Cetakan yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran (15x15x15) cm. langkah selanjutnya adalah membuat benda uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan uji kuat tekan beton dengan perbedaan yang dimiliki, setiap benda uji baik dari segi berat maupun kuat tekan, lalu dihitung hasil kuat tekan beton tersebut yang dibagi berdasarkan persentase penambahan.

Sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kuat tekan beton dengan menggunakan bahan tambah *Silica Gel* pada beton umur 28 hari, dengan variasi penambahan *Silica Gel* dari 0% (normal), 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, dan 17,5%.

Dibawah ini adalah data-data dari hasil penelitian uji kuat tekan beton yang dilakukan selama peneliti mengadakan pengujian di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

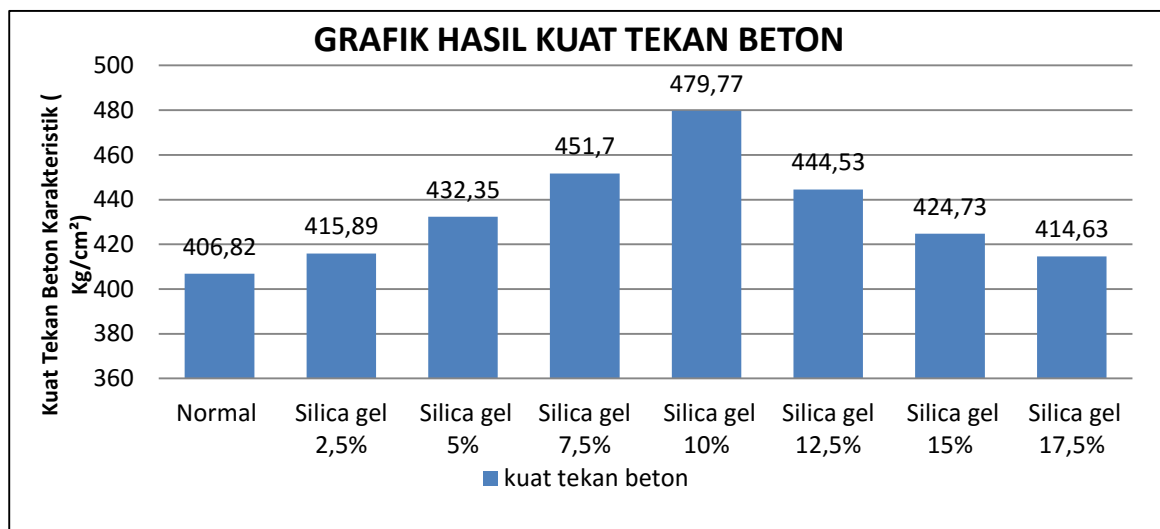
Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No.	Persentase Penambahan Silica Gel	Berat (kg)	Beban		Luas (cm ²)	σ Hancur (kg/cm ²)	Nilai Deviasi Standar (Kg/cm ²)	σ Hancur Rata-rata (kg/cm ²)	
			Kn	Kg					
1.	Normal (0%)	1.	7,08	906,8	92407,00	225	410,70	2,02	406,82
		2.	7,19	904,9	92205,23	225	409,80		
		3.	7,70	909,7	92698,43	225	411,99		
		4.	7,90	903,5	92070,73	225	409,20		
		5.	8,02	898,3	91532,69	225	406,81		
		6.	8,00	910,4	92765,68	225	412,29		
2.	N+ SilicaGel 2,5%	1.	8,03	929,7	94738,47	225	421,06	3,87	415,89
		2.	8,06	922,5	93998,67	225	417,77		
		3.	8,15	941,4	95926,62	225	426,34		
		4.	8,10	942,5	96038,71	225	426,84		
		5.	8,05	934,1	95186,83	225	423,05		
		6.	8,09	923,8	94133,18	225	418,37		
3.	N+ SilicaGel 5%	1.	8,15	955,9	97406,21	225	440,92	2,76	432,35
		2.	8,23	969,5	98796,13	225	433,09		
		3.	8,12	942,7	96061,13	225	434,94		
		4.	8,01	951,1	96913,01	225	436,72		
		5.	8,13	947,3	96531,91	225	434,06		
		6.	8,21	948,4	96644,00	225	435,53		
4.	N+ SilicaGel 7,5%	1.	8,34	1001,0	102001,50	225	453,34	3,81	451,70
		2.	8,22	1004,8	102390,75	225	455,07		
		3.	8,35	1012,5	103169,25	225	458,53		
		4.	8,12	1008,3	102748,50	225	456,66		
		5.	7,95	1024,6	104404,50	225	464,02		
		6.	8,15	1015,8	103513,50	225	460,06		
5.	N+ SilicaGel 10%	1.	8,25	1075,8	109620,00	225	487,20	3,18	479,77
		2.	8,46	1066,3	108652,50	225	482,90		
		3.	8,38	1063,2	108339,75	225	481,51		
		4.	8,21	1082,1	110268,00	225	490,08		
		5.	8,26	1066,9	108715,50	225	483,18		
		6.	8,23	1071,1	109145,25	225	485,09		
6.	N+ SilicaGel 12,5%	1.	8,06	997,3	101621,25	225	451,65	3,45	444,53
		2.	8,14	992,6	101142,00	225	449,52		
		3.	8,24	986,0	100476,00	225	446,56		
		4.	7,87	994,3	101319,75	225	450,31		
		5.	8,16	987,1	100588,50	225	447,06		
		6.	8,08	1006,9	102606,75	225	456,03		
7.	N+ SilicaGel 15%	1.	7,93	958,2	97643,25	225	433,97	4,15	424,73
		2.	7,90	951,1	96912,00	225	430,72		
		3.	8,06	945,4	96338,25	225	428,17		
		4.	8,16	968,6	98705,25	225	438,69		
		5.	8,11	949,3	96734,25	225	429,93		
		6.	8,13	944,5	96241,50	225	427,74		
8.	N+ SilicaGel 17,5%	1.	7,86	927,6	94520,25	225	420,09	2,80	414,63
		2.	7,92	920,3	93780,00	225	416,80		
		3.	7,71	916,4	93377,25	225	415,01		
		4.	7,97	933,3	95105,25	225	422,69		
		5.	7,56	928,9	94662,00	225	420,72		
		6.	7,67	927,4	94497,75	225	419,99		

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Beton Universitas Muhammadiyah Palembang

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa penambahan silika gel sebanyak 10 % dapat meningkatkan kuat tekan beton yang optimal. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada grafik 1.

Grafik 1. Grafik Kuat Tekan Karakteristik Beton

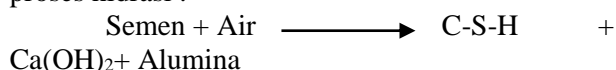


Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Beton Universitas Muhammadiyah Palembang

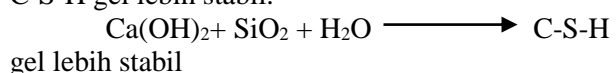
Pembahasan

Dari hasil penelitian ketujuh kondisi tersebut diatas terlihat bahwa pada saat kondisi penambahan *Silica gel* 10 % kuat tekan beton karakteristik mencapai optimum, sebesar 479,77 kg/cm², pada kondisi ini terjadi peningkatan sebesar 17,93%. Hal ini disebabkan proses hidrasi semen mampu bereaksi dengan silika yang ada karena kapur bebas pada reaksi hidrasi semen bereaksi secara maksimum dengan silika dan menyebar secara merata dengan persentase yang tepat dalam campuran beton.

Sedangkan pada kondisi penambahan *silica gel* 12,5 %, 15 % dan 17,5%, terjadi penurunan kuat tekan beton karakteristik. Hal ini disebabkan zat kapur yang terdapat didalam semen tidak dapat lagi bereaksi dengan silika (mengalami kejenuhan) akibat dari silika tersebut yang ditambahkan terlalu banyak, ini juga disebabkan beton menjadi kekurangan air karena silika yang menyerap air. Pelekatan antara mortar dengan agregat terjadi proses hidrasi :



Dengan penambahan *Silica gel* yang mengandung Silika dioksida (SiO₂) maka menghasilkan reaksi C-S-H gel lebih stabil.



C-S-H lebih stabil akan meningkatkan daya lekat antara pasta semen dengan agregat sehingga menambah kekuatan beton.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan peneliti di laboratorium fakultas teknik sipil Universitas Muhammadiyah Palembang, didapat data-data yang kemudian diolah dan dianalisa, sehingga didapat hasil kuat tekan karakteristik beton dengan menggunakan bahan tambah *Silica gel* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton karakteristik umur 28 hari pada penambahan *Silica gel* 2,5%, 5%, 7,5%, 10% terjadi peningkatan persentase kuat tekan beton, pada penambahan 10% terjadi peningkatan kuat tekan maksimum 479,77 kg/cm².
2. Pengaruh penambahan yang paling baik terdapat pada variasi penambahan *silica gel* dimana pada penambahan 10% sebesar 479,77 kg/cm², terjadi peningkatan persentase 17,93% dari beton normal dengan hasil kuat tekannya sebesar 406,82 kg/cm².
3. Pada pengujian slump tiap adukan diperoleh hasil yang berbeda nilai slump menjadi semakin kecil yang disebabkan penyerapan air oleh silika gel yang ditambahkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. "Kegunaan Silika Gel" <http://punkels.wordpress.com/> diakses pada tahun 2013
- Anonim, 2013. "Perbedaan Silika Gel Biru Silica Gel Putih White Silica Gel" www.vegaboy-

online.com/p/silica-gel-putih.html. diakses pada tahun 2013

Dwi Afif Susilo, 2012. "Efek Penggantian Sebagian Semen Dengan Silica Fume Terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Ringan". Universitas Negeri Yogyakarta.

Ferly Septiawan dan Zuldin Manawar, 2007. "Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Penggunaan Beton Mutu Tinggi". Universitas Muhammadiyah Palembang.

Ir.Tri Mulyono, MT. Teknologi Beton: Andi yogyakarta

Kardiyono Tjokrodimulyo, 1996. *Teknologi Beton* Buku bahan ajar T.S Universitas Gajah Mada yogyakarta

Paul Nugraha dan Antoni. *Teknologi Beton* : Andi Yogyakarta

Putranto, Dodi. 2011. "Unsur Dan Senyawa". <http://kimiadahsyat.blogspot.com/2011/02/silikon.html>. diakses pada tahun 2013

Standar SK SNI T-15-1990-03 "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal".

Sulastrri, Siti. 2010. "Berbagai Macam Senyawa Silika". staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/Siti_Sulastrri_Dra.,_M.S./Siti_Sulastrri.pdf. Diakses pada tahun 2013