

2021

JURNAL

RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL

Penggunaan Pasir Pantai Ngur Bloat Maluku Tenggara Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Panas AC-WC Menurut Karakteristik Marshall
(Suherminanta, Egenius Robert Ikanubun, Risdiyanto, Nindyo Cahyo Kresnanto)

Pengaruh Gradasi Agregat Kasar Terhadap Workability dan Kuat Tekan Beton
(Arusmalem Ginting, Eko Budi Utomo)

Evaluasi Keamanan Jembatan Terhadap Debit Banjir Di Sungai Sei Pare-Pare
(Andhani Chyntia Paramudinta, Nizar Achmad, Tania Edna Bhakty)

Pengaruh Penambahan Zeolit Dan Sikament-LN Terhadap Kuat Tekan Beton
(Bing Santosa, Dwi Suryani)

Studi Tebal Lapis Pondasi Semen Komposit Tanah Menggunakan Plaxis V.8.2
(Teguh Widodo, Risdiyanto, Jhonson)

Kajian Pengolahan Limbah Cair Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Pada parameter TDS, pH, Colitinja, Minyak dan Lemak (Studi Kasus IPLT Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Di Cepit, Pendowoharjo, Sewon, Bantul Yogyakarta)
(Sardi, Hadi Yuwono)

Redesign Saluran Drainase Jalan Kaliurang Km 6,5 – 7
(Titiek Widayarsi, Nizar Achmad, Dimas Addien Pradipta)

DEWAN EDITORIAL

Penerbit : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra

Ketua Penyunting
(Editor in Chief) : Dr. Tania Edna Bhakty, ST., MT.

Penyunting (Editor) : 1. Dr. Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc., Universitas Lampung
2. Dr. Ir. Edy Sriyono, M.T., Universitas Janabadra
3. Dr. Nindyo Cahyo K, S.T., M.T., Universitas Janabadra
4. Sarju, ST., M.T., Universitas Janabadra

Alamat Redaksi : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57, Yogyakarta 55231
Telp./Fax: (0274) 543676
Email: tania@janabadra.ac.id
Website: <http://e-journal.janabadra.ac.id/>

Frekuensi Terbit : 2 kali setahun

JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL adalah media publikasi jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta yang diterbitkan secara berkala pada bulan April dan Oktober. Jurnal ini mempublikasikan hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Naskah yang masuk akan dievaluasi oleh Penyunting Ahli. Redaksi berhak melakukan perubahan pada tulisan yang layak muat demi konsistensi gaya, namun tanpa mengubah maksud isinya.

DAFTAR ISI

1. Penggunaan Pasir Pantai Ngur Bloat Maluku Tenggara Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Panas AC-WC Menurut Karakteristik Marshall (Suherminanta, Egenius Robert Ikanubun, Risdiyanto, Nindyo Cahyo Kresnanto)	1 - 13
2. Pengaruh Gradasi Agregat Kasar Terhadap Workability dan Kuat Tekan Beton (Arusmalem Ginting, Eko Budi Utomo)	14 - 20
3. Evaluasi Keamanan Jembatan Terhadap Debit Banjir Di Sungai Sei Pare-Pare (Andhani Chyntia Paramudinta, Nizar Achmad, Tania Edna Bhakty)	21 - 27
4. Pengaruh Penambahan Zeolit Dan Sikament-LN Terhadap Kuat Tekan Beton (Bing Santosa, Dwi Suryani)	28 - 33
5. Studi Tebal Lapis Pondasi Semen Komposit Tanah Menggunakan Plaxis V.8.2 (Teguh Widodo, Risdiyanto, Jhonson)	34 – 37
6. Kajian Pengolahan Limbah Cair Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Pada parameter TDS, pH, Colitinja, Minyak dan Lemak (Studi Kasus IPLT Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Di Cepit, Pendowoharjo, Sewon, Bantul Yogyakarta) (Sardi, Hadi Yuwono)	38 – 45
7. Redesign Saluran Drainase Jalan Kaliurang Km 6,5 – 7 (Titiek Widiasari, Nizar Achmad, Dimas Addien Pradipta)	46 - 51

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** Volume 8, Nomor 1, Edisi Oktober 2021. Jurnal ini menampilkan tujuh artikel di bidang Teknik Sipil.

Penerbitan **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** ini adalah bertujuan untuk menjadi salah satu wadah berbagi hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Harapan kami semoga naskah yang tersajidapat menambah pengetahuan dan wawasan di bidangnya masing-masing.

Redaksi

Pengaruh Penambahan Zeolit Dan Sikament-LN Terhadap Kuat Tekan Beton

Bing Santosa, Dwi Suryani

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Janabadra Yogyakarta, Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57, Yogyakarta

Email : bing@janabadra.ac.id

² Program Studi Teknik Sipil, Universitas Janabadra Yogyakarta, Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57, Yogyakarta

Email : dwisuryani374@gmail.com

Abstract

Stength of concrete is fundamentally a function of the volume of voids in it. If the porosity of concrete is getting lower, the strength is increase, but workability more difficult. Concrete has a very high strength, if it has a very low porosity. To make concrete with small or little porosity and workable use pozzoland and superplasticizer.

In this research about concrete which added Zeolit as pozzoland and Sikament-LN as superplasticizer. Percentage of pozzoland are 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10% and Sikament-LN 1% with 10% water reducer. The age of specimens test are 28 days.

The result of this research show that the concrete strength increases until additional Zeolit 9% with additional Sikament-LN 1% and 10% water reducer. Concrete Strength decreases at additional Zeolit 10% with additional Sikament-LN 1% and 10% water reducer. The maximum concrete strength is 45.559 MPa or increase 18.015 MPa (65.405%) compared with concrete with additional Sikament-LN 1% and 10% water reducer.

Keywords : Zeolit, Sikament-LN, Workability, Compression strength.

1. Pendahuluan

Salah satu jenis bahan bangunan yang banyak digunakan dibandingkan dengan bahan-bahan lain seperti kayu dan baja adalah beton. Kelebihan beton antara lain adalah tahan lama, mudah dikerjakan, diangkut dan dibentuk, perawatan minimal setelah mengeras, harga rekatif lebih murah, karena ketersediaan bahan penyusunnya yang melimpah dan mudah diperoleh, serta dapat direncanakan kualitasnya sesuai dengan kebutuhan.

Beton adalah campuran antara agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), air dalam jumlah tertentu, dan semen *Portland* atau semen hidrolik dengan atau tanpa bahan tambah. Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan dan didiamkan, maka akan menjadi keras. Kekuatan, keawetan, dan sifat beton tergantung pada sifat-sifat dasar penyusunnya, selama penguatan adukan beton, cara pemadatan, dan perawatan selama proses pengawasan. (Kardiyono,1992).

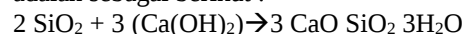
Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pencoran, temperatur, dan kondisi pengerasannya. (Istimawan,1994).

Agregat, semen, dan air dicampur sampai bersifat plastis, sehingga mudah untuk dikerjakan. Sifat inilah yang memungkinkan adukan beton dapat dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Dengan bercampurnya semen dengan air dan agregat, terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi yang menghasilkan suatu pengerasan dan pertambahan kekuatan yang berlangsung terus-menerus pada suatu kelembaban dan suhu yang sesuai. Sifat beton dipengaruhi oleh perbedaan pada kekuatan dan sifat-sifat bahan, cara menakar, mencampur, juga cara-cara pelaksanaan pekerjaan. (Murdock dan Brook,1986).

Kuat tekan beton akan semakin tinggi bila porositasnya rendah. Porositas ditentukan oleh faktor air semen. Semakin rendah nilai faktor air semen, semakin kecil porositasnya, tetapi pengerjaan atau konsistensi dari beton sangat kecil. Untuk mengatasi kesulitan pengerjaan beton tersebut digunakan *chemical admixtures*, yaitu *superplasticizer*. Salah satu *superplasticizer* yang banyak digunakan di lapangan adalah *Sikament-LN* produksi PT. Sika Nusa Pratama Indonesia. Bahan tambah ini merupakan *superplastisator* dan pengunduran waktu ikat beton, dengan pengurangan air sampai dengan 10% (*High Range Water Reducer and Retarder*).

Di Indonesia terdapat banyak mineral *Zeolit*, karena sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari batuan gunung api atau rempah gunung api yang merupakan sumber mineral *zeolit*. Menurut penyelidikan para ahli geologi telah ditemukan 47 lokasi tambang *zeolit* galian industri yang terdapat di wilayah Indonesia, antara lain : Yogyakarta, Sidomulyo, dan Malang. (Mursi Sutarti dan Minta Rachmawati, 1994).

Zeolit mengandung unsur Silika (SiO_2) sebesar 67,55% dan Alumina (Al_2O_3) sebesar 12,55%, sehingga bahan ini merupakan *pozzoland*, yaitu bahan yang bereaksi dengan kapur bebas (Ca(OH)_2) selama proses hidrasi. Secara singkat reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :



maka penambahan *zeolit* akan meningkatkan jumlah gel dalam adukan beton yang cenderung meningkatkan kekuatan beton.

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh penambahan *Zeolit* dan *Sikament-LN* terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kadar *zeolit* optimum pada campuran beton. Dosis penggunaan *zeolit* pada penelitian ini adalah sebesar 0%, 1%, 2%,

3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10% dari berat semen, dan untuk *Sikament-LN* sebesar 1% dari berat semen dengan pengurangan air sebesar 10%.

2. Pozolan

Pozolan didefinisikan material yang mengandung silika dan alumina dalam bentuk yang halus dan dalam kondisi normal akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) membentuk senyawa yang mengandung sifat semen. Material Pozolan memiliki kandungan silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) yang tinggi dan unsur ini yang diharapkan bereaksi dengan kapur bebas (Ca(OH)_2) sisa tersebut. Secara singkat reaksi yang diharapkan adalah sebagai berikut :



3. Zeolit

Menurut Mursi Sutarti dan Minta Rahmawati (1994), *zeolit* merupakan mineral yang istimewa, karena struktur kristalnya yang sangat unik yaitu mudah diatur, sehingga sifat *zeolit* dapat dimodifikasi sesuai dengan keperluan pemakai. Berdasarkan keistimewaan itu, maka *zeolit* dapat digunakan dalam berbagai bidang pengetahuan yang luas. *Zeolit* merupakan mineral yang terdiri dari kristal *aluminosilikat* terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah. Mineral *zeolit* alam sebenarnya telah dikenal sejak dulu tetapi terbatas pada pemanfaatan untuk bangunan, ornamen dan plester. Penggunaan mineral *zeolit* alam pada prinsipnya sama dengan mineral *zeolit* sintetis karena kedua jenis *zeolit* tersebut mempunyai persamaan sifat fisik dan kimia, meskipun *zeolit* sintetis lebih murni dari *zeolit* alam.

Zeolit mempunyai sifat sangat fleksibel yaitu dapat diubah sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan. Selain itu *zeolit* mempunyai rongga yang dapat diisi oleh berbagai macam bahan sesuai dengan yang diinginkan, dan dalam keadaan kosong ruang ini dapat bertindak sebagai katalisator suatu reaksi. Dengan kemampuannya tersebut, maka *zeolit* dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan yaitu : penyerap/pemisah/pemurni, penukar ion dan katalisator.

3.1. Pemurnian

Pemurnian dimaksudkan untuk memperbaiki mutu suatu bahan dengan menghilangkan bahan bahan pencemar (kontaminan) yang juga disebut *trace unsur* antara lain air, karbondioksida, sulfur dan lain-lain. Pemurnian selalu diikuti dengan penyerapan atau pemisahan. Sifat-sifat *zeolit* meliputi :

a. Dehidrasi

Sifat *dehidrasi* dari *zeolit* akan berpengaruh terhadap sifat *adsorbsinya*. *zeolit* dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif terinteraksi dengan molekul yang akan *diadsorbsi*.

Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal *Zeolit* tersebut dipanaskan.

b. Absorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal *zeolit* terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal *zeolit* dipanaskan pada suhu 300°C - 400°C , maka air tersebut akan keluar, sehingga *Zeolit* dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Beberapa jenis mineral *zeolit* mampu menyerap gas sebanyak 30 % dari beratnya dalam keadaan kering.

Selektifitas *absorpsi zeolit* terhadap ukuran molekul tertentu dapat disesuaikan dengan jalan : penukaran kation, *dekationisasi*, *dealuminasi* secara *hidrotermal*, dan perubahan perbandingan kadar Si dan Al. Sebagai contoh : mordenit sintetis yang telah *didealuminasi* secara asam dapat menaikkan perbandingan $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ menjadi kurang lebih 100, yang berakibat daya *absorpsi* terhadap air akan turun drastis dan *zeolit* akan bersifat *hidropobik*.

3.2. Penukar ion

Sifat sebagai penukar ion dari *Zeolit* antara lain tergantung dari: sifat kation, suhu dan jenis anion. Sifat kation dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat *zeolit* seperti: stabilitas terhadap panas, sifat *absorpsi* dan *katalitis*.

3.3. Katalis

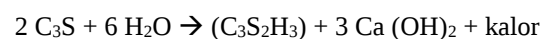
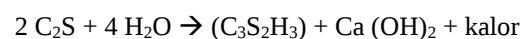
Ciri paling khusus dari *zeolit* yang menentukan sifat khusus mineral ini adalah adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran di dalam strukturnya. Bila *zeolit* digunakan pada proses penyerapan atau *katalitis* maka akan terjadi *difusi* molekul ke dalam ruang bebas di antara kristal. *Zeolit* merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang maksimum.

3.4. Penyaring/pemisah

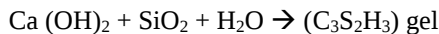
Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai ruang hampa yang cukup besar. Volume dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi-kisi kristal ini menjadi dasar kemampuan *zeolit* untuk bertindak sebagai penyaring molekul.

4. Reaksi Hidrasi Semen dan Peran Silika dalam Mortar/Beton

Semen *portland* merupakan bahan *hidrolik* yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker*, yang mengandung kalsium silikat yang bersifat *hidrolik*, dicampur dengan gips untuk mengatur kecepatan ikatan awal. Reaksi kimia antara *trikalsium silikat* (C_3S), dikalsium silikat (C_2S) dan air (H_2O) terjadi seperti berikut:



Hasil utama dari proses di atas ialah $C_3S_2H_3$ atau C-S-H yang biasa disebut *tobermorite*, berbentuk gel (*gelatine*) yang dapat mengkristal. Sedangkan $Ca(OH)_2$ diragukan sumbangannya pada pengerasan semen. Dalam jangka panjang komponen ini cenderung melemahkan. Pemakaian bahan tambah seperti *zeolit* yang mengandung unsur Silika (SiO_2) sebesar 67,55% dan Alumina (Al_2O_3) sebesar 12,55% yang bereaksi dengan kapur bebas $Ca(OH)_2$, sehingga membentuk komponen C-S-H gel baru yang cenderung meningkatkan kekuatan beton. Reaksinya sebagai berikut :



5. Sikament-LN

Sikament-LN adalah jenis bahan tambah kimia untuk pengurang kadar air sangat tinggi (*high range water reducer*) dan pengundur waktu ikat (*retarder*) yang diperoleh dari PT. Sika Nusa Pratama Indonesia.

5.1. Water reducer

Sesuai dengan namanya (*water reducer*), *admixture* jenis ini berguna untuk mengurangi air campuran tanpa mengurangi *workability*. Ini dimungkinkan karena *admixture* ini berfungsi sebagai pelumas yang memperlancar kelengasan, meskipun tanpa menambah air. Sesuai dengan namanya yang lain, yaitu *plasticizer*. Bahan ini dapat meningkatkan mutu campuran untuk *workability* yang sama, yaitu dengan mengurangi airnya. (Paulus, 1989).

Admixture ini, dapat mengurangi air sampai dengan 20%, menambah kekuatan beton tepat pada waktunya, dan menambah kekuatan akhir, dan mencegah retak-retak yang diakibatkan oleh lendutan, serta menambah kekedapan air pada beton.

5.2. Retarder

Retarder adalah bahan kimia pembantu untuk memperlambat waktu pengikatan (*setting time*), sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan untuk waktu yang lebih lama.

Temperatur setinggi 30-32° C atau lebih, sering menyebabkan makin cepatnya pengerasan (*hardening*), yang menyebabkan sukarnya penuangan

dan penyelesaian. Salah satu cara menanggulanginya adalah dengan menurunkan temperatur dengan mendinginkan air atau agregat atau keduanya.

Bahan kimia ini sangat berguna pada campuran beton dalam cuaca panas, ketika waktu ikat normal lebih pendek akibat temperatur yang tinggi. Penurunan nilai *slump* dapat terkendali, dan mengurangi hasil kurang baik pada saat kekuatan akhir beton.

6. Metoda Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan persiapan bahan dan alat-alat, dilanjutkan dengan pengujian bahan. Setelah bahan yang telah diuji memenuhi syarat dilanjutkan dengan perhitungan campuran beton untuk memperoleh kebutuhan masing-masing bahan adukan. Sebelum adukan dituang ke dalam cetakan yang berbentuk silinder, terlebih dahulu diuji kekentalannya dengan *slump test*. Silinder beton dilepas setelah benda uji berumur 24 jam dan direndam dalam air selama 27 hari. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

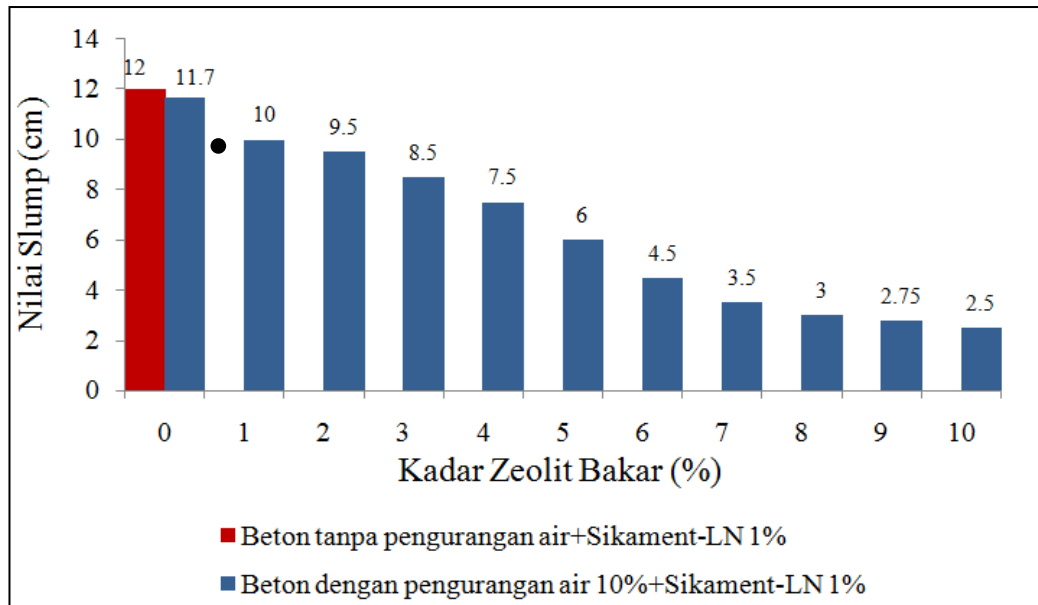
7. Hasil Penelitian

7.1. Hasil Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan pada saat beton masih dalam keadaan segar untuk mengetahui tingkat kelecakan adukan yang berpengaruh pada kemudahan pengerjaan (*workability*) pada saat beton dipadatkan. Berdasarkan pada variasi penggunaan *zeolit* dan *Sikament-LN* sebagai bahan tambah, hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.

7.2. Hasil pengujian kuat tekan beton

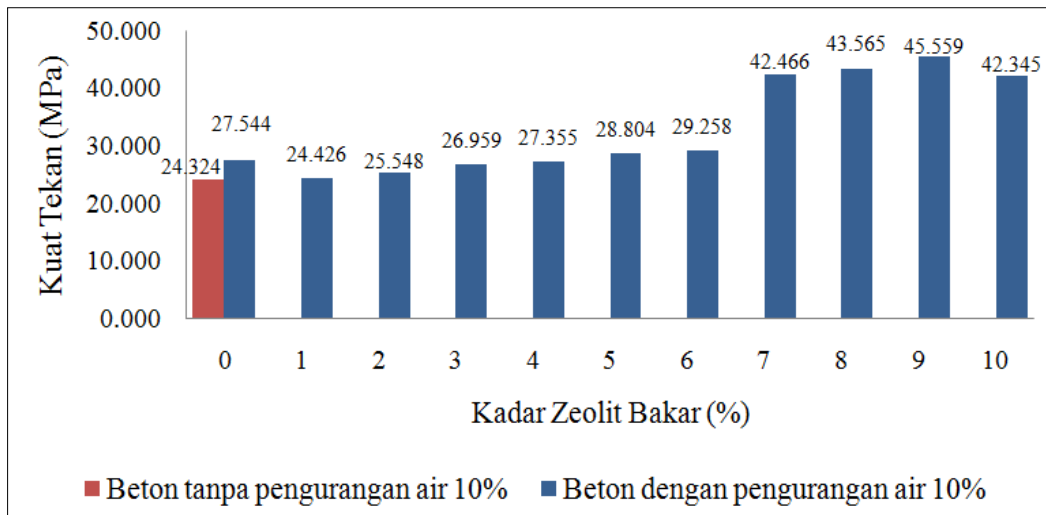
Dari hasil pengujian kuat tekan, beton dengan variasi penggunaan *zeolit* dan *Sikament-LN* sebagai bahan tambah mengalami kehancuran pada pertengahan benda uji silinder. Hal ini disebabkan pecahnya agregat kasar dan lepasnya ikatan agregat kasar. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 1. Nilai Slump

Tabel 1. Hasil Pengujian Slump

Kode	Variasi bahan tambah Zeolit dan Sikament-LN	Pengurangan air	Nilai Slump	Keterangan
BNS ₀	0% + 1%	0%	12	Adukan cair dan mudah untuk dikerjakan
BNS	0% + 1%	10%	11,7	Adukan cair dan mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₁	1% + 1%	10%	10	Adukan cair dan mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₂	2% + 1%	10%	9,5	Adukan cair dan mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₃	3 % + 1 %	10%	8,5	Adukan cair dan mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₄	4 % + 1 %	10%	7,5	Adukan cair dan mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₅	5 % + 1 %	10%	6	Adukan cair dan mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₆	6 % + 1 %	10%	4,5	Adukan agak kaku dan masih mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₇	7% + 1%	10%	3,5	Adukan agak kaku dan masih mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₈	8% + 1%	10%	3	Adukan agak kaku dan masih mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₉	9% + 1%	10%	2,75	Adukan kaku dan masih mudah untuk dikerjakan
BNSZ ₁₀	10% + 1%	10%	2,5	Adukan kaku dan masih mudah untuk dikerjakan



Gambar 2. Kuat Tekan Beton

Tabel 2. Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Tiap Variasi

Kode	Variasi bahan tambah Zeolit dan Sikament-LN	Pengurangan air	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Kenaikan Kuat Tekan		Keterangan
		(%)		(MPa)	(%)	
BNS ₀	0% + 0%	0%	24,324	-	-	-
BNS	0% + 1%	10%	27,544	0	0	Naik dari BNS ₀
BNSZ ₁	1% + 1%	10%	24,426	-3,118	-11,319	Turun
BNSZ ₂	2% + 1%	10%	25,548	-1,996	-7,248	Turun
BNSZ ₃	3% + 1%	10%	26,959	-0,585	-2,124	Turun
BNSZ ₄	4% + 1%	10%	27,355	-0,189	-0,685	Turun
BNSZ ₅	5% + 1%	10%	28,248	1,260	0,256	Naik
BNSZ ₆	6% + 1%	10%	29,258	1,714	6,224	Naik
BNSZ ₇	7% + 1%	10%	42,466	14,922	54,175	Naik
BNSZ ₈	8% + 1%	10%	43,565	16,021	58,165	Naik
BNSZ ₉	9% + 1%	10%	45,559	18,015	65,405	Naik
BNSZ ₁₀	10% + 1%	10%	42,345	14,801	53,738	Naik

8. Pembahasan

Dari Gambar 2 dan Tabel 2 dapat dilihat, bahwa Nilai *slump* tertinggi dicapai pada campuran dengan penambahan *Sikament-LN* 1% dan kadar *zeolit* 0% tanpa pengurangan air yaitu sebesar 12 cm, sedangkan nilai *slump* tertinggi pada beton dengan pengurangan air sebesar 10% dan penambahan *Sikament-LN* 1% dicapai pada campuran beton dengan penambahan *zeolit* 0% yaitu sebesar 11,7 cm dan terendah terdapat pada campuran dengan penambahan *zeolit* 10% yaitu sebesar 2,5 cm.

Nilai *slump* semakin turun seiring dengan penambahan kadar *zeolit* sehingga proses pencampuran adukan menjadi semakin kaku. Hal ini terjadi karena penambahan kadar *zeolit* menunjukkan penyerapan air. Namun campuran adukan dengan kadar *zeolit* yang semakin besar masih dapat dikerjakan dan dipadatkan karena pengaruh penambahan *Sikament-LN* sebagai *superplasticizer*

untuk *workability*. Hasil pengujian kuat tekan beton normal serta beton dengan variasi penggunaan bahan tambah *zeolit* dan *Sikament-LN*, serta pengurangan air sebesar 10% pada Gambar 3 dapat dijelaskan, bahwa nilai kuat tekan masing-masing campuran dengan penambahan kadar *zeolit*, dimana benda uji dibebani hingga mengalami kehancuran diperoleh nilai beban runtuh. Hasil pembebanan dari 3 benda uji dalam satu variasi campuran beton menghasilkan nilai yang hampir sama hal tersebut menunjukkan pada waktu pembuatan beton tersebut sudah benar. Pada beton dengan kode BNS menunjukkan nilai kuat tekan beton yang didapat lebih besar dibandingkan dengan beton yang berkode BNS₀. Hal ini diakibatkan adanya pengurangan air pada campuran, sehingga kuat tekannya menjadi naik.

Kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan beton dengan bahan tambah *Sikament-LN* 1% dan variasi penambahan kadar *zeolit* untuk masing-masing variasi campuran dapat dilihat pada Gambar 2 dan

Gambar 3. Dari Tabel 3, Gambar 2 maupun Gambar 3 dapat diketahui nilai kuat tekan setiap variasi campuran beton tidak *linier* atau peningkatan kuat tekan antar variasi campuran tidak sebanding dengan penambahan *zeolit*. Kenaikan kuat tekan terlihat pada beton dengan penambahan *Sikament-LN* sebesar 1% dan pengurangan air sebesar 10% pada campuran dengan penambahan kadar *zeolit* 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10%, sementara beton dengan penambahan *zeolit* 1%, 2%, 3%, dan 4% mengalami penurunan kuat tekan jika dibandingkan dengan beton BNS. Kuat tekan beton dengan penambahan *Sikament-LN* sebesar 1% dan pengurangan air sebesar 10% terus meningkat pada campuran dengan penambahan kadar *zeolit* 1% sampai dengan 9 % dan mengalami penurunan pada campuran dengan kadar *zeolit* sebesar 10%. Kuat tekan beton maksimum dengan bahan tambah *zeolit* dan *Sikament-LN* 1% dengan pengurangan air 10% diperoleh pada persentase penambahan *zeolit* 9% yaitu sebesar 45,559 MPa. Hasil ini menunjukkan peningkatan kuat tekan sebesar 65,405% atau 18,015 MPa terhadap campuran beton dengan persentase *zeolit* 0% dan *Sikament-LN* 1% dengan pengurangan air 10%. Sementara penambahan kadar *zeolit* 10 % menurunkan nilai kuat tekan dibandingkan dengan penggunaan dengan kadar 9 % yaitu sebesar 3,214 MPa.

9. Kesimpulan

1. Nilai *slump* turun seiring dengan bertambahnya kadar *zeolit* Nilai *slump* turun seiring dengan bertambahnya kadar *zeolit*.
2. Kuat tekan beton minimum diperoleh pada penambahan *zeolit* 1% dan *Sikament-LN* 1% yaitu sebesar 24,426 MPa yang mengalami penurunan sebesar 11,319% (3,118 MPa) jika dibandingkan dengan kuat tekan beton dengan persentase penambahan *zeolit* 0% yaitu sebesar 27,544 MPa.
3. Kuat tekan beton maksimum dengan tambahan *zeolit* dan *Sikament-LN* 1% diperoleh pada penambahan *zeolit* 9% yaitu sebesar 45,559 MPa ($455,591 \text{ kg/cm}^2$) mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 65,405% (18,015 MPa) dibandingkan dengan kuat tekan beton dengan persentase penambahan *zeolit* 0%.
4. Kadar optimum penambahan *zeolit* terdapat pada variasi penambahan 9%.

10. Daftar Pustaka

- [1] Anonim. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia, (PUBI)*. LPMB, Bandung.
- [2] Anonim. 1990. *SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [3] Anonim, 2000.. *SNI 03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [4] Anonim, 2004. *SNI 15-2049-2004, Semen*

Portland Pozzoland, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

- [5] Anonim, 2008. *SNI 1972-2008, Cara Uji Slump Beton*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [6] Istimawan Dipohuisodo, 1994, *Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [7] Kardiyono Tjokrodinulyo, 1992, *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [8] Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Andi Offset , Yogyakarta.
- [9] Murdock, L.J., and Brook, K. M., (Diterjemahkan oleh Stephanus Hendarko), 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [10] Nugraha, P. (1989). *Teknologi Beton*. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- [11] Mursi Sutarti dan Minta Rachmawati, 1994, *Zeolit*, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- [12] Samekto, W., & Rahmadiyanto, C. (2001). *Teknologi Beton*. Kanisius, Yogyakarta.