

ISSN. xxxx-xxxx
Volume 01, Nomor 01
Januari-Juni 2023



REKA-LTB

JURNAL REKAYASA LINGKUNGAN TERBANGUN BERKELANJUTAN



J.R.L.T.B	Vol. 01	No. 01	Hal. 1-54	Jakarta Januari-Juni 2023	ISSN xxxx-xxxx
-----------	---------	--------	--------------	---------------------------------	-------------------

Advisory Board

Dr. Ir.A. Hadi Prabowo, M.T.
Dr. Ir. Popi Puspitasari, M.T., CIQaR., CIQnR., CIMMR.
Ir.Khotijah Lahji, M.T.
Dr. Lisa Oksri Nelfia, S.T.,M.T.
Rafliis, S.T., M.T.
Prof. Dr. Ing-Ir. Dedes Nur Gandarum, MSA.
Prof. Dr. Ir. Agus Budi Purnomi, M.S., PhD.
Dr. Ir. Bambang Endro Yuwono, M.S.
Dr. Fahmy Hermawan, S.T., M.T.
Dr. Ir. Inavonna, M.T.

Editor in Chief



Dr. Ir. Popi Puspitasari, M.T., CIQaR., CIQnR., CIMMR. Jurusan Arsitektur, FTSP - USAKTI.

Journal Manager



Arief Fadhillah, S.T., M.T. Jurusan Arsitektur, FTSP - USAKTI.

IDENTIFIKASI JEJAK KARBON PADA PEKERJAAN TIANG PANCANG (Studi Kasus : Proyek Konstruksi Indoor Multifunction Stadium GBK)

Razaski Puteri Arsyah, Bambang Endro Yuwono

133-138

**ANALISIS PAYBACK PERIOD PADA GREEN BUILDING DARI SEGI KONSERVASI AIR**

Ariwijaya Kristiadi Ari, Bambang Endro Yuwono

139-144

**PERBANDINGAN EFEKTIFITAS HUBUNGAN KOMUNIKASI PROYEK KONSTRUKSI SEBELUM PANDEMI DAN SAAT PANDEMIDARI SUDUT PANDANG OWNER**

Trileksono Bimo Utomo Pitoyo Sutaryo, Bambang E. Yuwono

145-153

**ANALISIS STATIK SINGLE DEGREE OF FREEDOM DAN DAMPAK KOROSIFITAS AKIBAT UDARA SERTA AIR TANAH (STUDI KASUS: TUGU DIRGANTARA)**

Astri Dwi Septiarini, Fahmy Hermawan

154-161

**KEANDALAN SISTEM TANGGAP DARURAT KEBAKARAN PADA GEDUNG X**

Maftukhah Sabillilah, Ryan Faza Prasetyo

162-166

**KARAKTERISTIK PARK AND RIDE SEBAGAI FASILITAS PENDUKUNG MRT STASIUN LEBAK BULUS**

Nadia Oktaviani, Dewi Rintawati, Christina Sari

167-171

**PENGARUH NILAI WAKTU TERHADAP PENERAPAN MULTI LANE FREE FLOW PADA GERBANG TOL CIPUTAT 2**

Nadya Fernanda Rakhafuri, Budi Hartanto Susilo

172-179

**ANALISIS SIMPANG EMPAT TAK PERAPILL AHMAD YANI – Ir. H. JUANDA, CIKAMPEK (Studi Kasus : AHMAD YANI-Ir. H. JUANDA)**

Asro Sitohang sitohang, Budi Hartanto Susilo

180-186

**PENGARUH CONTRAFLOW TERHADAP DERAJAT KEJENUHAN PADA KORIDOR TOMANG - HARMONI**

Jeremy Peter Parulian Hutauruk, FX. Trisbiantara

187-192

**EVALUASI KETINGGIAN BANGUNAN DI SEKITAR BANDAR UDARA SOEKARNO-HATTA (Studi Kasus: Lippo Karawaci Tangerang)**

Allisa Kusuma Dewi

193-199

**KAJIAN STRATEGI PERUSAHAAN BIDANG KONSTRUKSI UNTUK MENINGKATKAN RESILIENSI DALAM MENGHADAPI KETIDAKPASTIAN EKONOMI**

Fenny Evitalia Inggriani, Rafliis, Giraldi Fardiaz Kuswanda

200-206

EVALUASI GREEN BUILDING MUSEUM BALAI KIRTI DI KOTA BOGOR DARI SUDUT GUNA LAHAN, KONSERVASI ENERGI DAN KONSERVASI AIR

Hot Maruli Tua Frans Marihot Purba, Darmawan Pontan

207-2013



IDENTIFIKASI PENGARUH KONDISI BANGUNAN HOTEL TERHADAP KEPUASAN PENGGUNA BANGUNAN HOTEL DI TANGERANG

Razaq Agung Wijasena, Darmawan Pontan

214-218



KARAKTERISTIK KEKUATAN DAN WORKABILITY PADA BETON SCC (SELF COMPACTING CONCRETE)

Ibnu Fakrianto, Liana Herlina

219-223



ANALISIS GUBAHAN MASSA PADA BANGUNAN HOTEL DAN CONVENTION BERDASARKAN KARAKTERISTIK KONTEKSTUAL CANDI PRAMBANAN

Khomsah Nur Janah, Nurhikmah Budi Hartanti, Rita Walaretina

224-230



IDENTIFIKASI FASAD BANGUNAN PASAR WISATA DI MALANG DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR KONTEKSTUAL

Perdana Raditya Santoso, Nurhikmah Budi Hartanti

231-236



STUDI IMPLEMENTASI ARSITEKTUR BIOPHILIC PADA BANGUNAN COMMERCIAL MIXED-USE

Rezy, Mohammad Ischak, Rita Walarentina

237-240



PENERAPAN TATA RUANG DAN ORNAMEN RUMAH JOGLO YOGYAKARTA PADA TAMAN BUDAYA SLEMAN DENGAN PENDEKATAN NEO-VERNAKULAR

Sabrina Aprilia Dewata, Mohammad Ischak, Agus Saladin

241-249



VALUE BASED DECISION PADA SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROYEK KONSTRUKSI DALAM UPAYA MENGHADAPI KETIDAKPASTIAN EKONOMI GLOBAL

Taufiq Nur Rohman, Rafliis, Giraldi Fardiaz Kuswanda

250-256



PENGAMBILAN KEPUTUSAN BERBASIS NILAI PADA KRITERIA SOSIAL YANG RESILIEN TERHADAP KETIDAKPASTIAN EKONOMI GLOBAL

Jovani Bernika, Rafliis, Giraldi Fardiaz Kuswanda

257-262



ANALISIS PENGEMBANGAN GEOMETRIK FASILITAS AIRSIDE (STUDI KASUS : BANDAR UDARA INTERNASIONAL SULTAN HASANUDDIN)

Muhammad Fauzan Suryana, Dewi Rintawati, Christina Sari

263-269



ANALISIS KEANDALAN DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG METODE DINAMIK TERHADAP UJI BEBAN STATIK

Daniel Novandro, Aksan Kawanda

324-329

 PDF

ANALISIS DAYA DUKUNG AKSIAL TEKAN DAN PENURUNAN MENGGUNAKAN METODE REESE & O'NEILL

Darren Widianata

330-335

 PDF

PENGARUH KALSIMUM OKSIDA DAN BORAKS TERHADAP WAKTU IKAT BETON GEOPOLIMER BERBASIS DASAR FLY ASH

Andi Muhammad Fikri Haikal, Liana Herlina

336-340

 PDF

EVALUASI TEBAL PERKERASAN DAN GEOMERIK LANDAS PACU BANDAR UADARA INTERNASIONAL JENDARL AHMAD YANI

Muhammad Aldi Ramadani, Dewi Rintawati, Christina Sari

341-347

 PDF

OPTIMALISASI PENGHAWAAN PADA RUANG DALAM RUMAH SAKIT

Mohammad Alam Majid, Lili Kusumawati, Punto Wijayanto

348-355

 PDF

PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLITE POWDER DAN VISCOCRETE 3115N TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER

Hadril Muttaqin, Liana Herlina

356-360

 PDF

ANALISIS NILAI HASIL DAN JALUR CEPAT PADA PROYEK KONSTRUKSI JALAN

Taufiqul Rahman, Rafflis

361-367

 PDF

RELEVANSI PENDEKATAN AGILE DALAM MENGATASI PENYEBAB PEKERJAAN ULANG PADA PROYEK KONSTRUKSI

Aloysius Bramantyo Wijaya, Ryan Faza Prasetyo

368-373

 PDF

INTEGRASI FUNGSI PADA BANGUNAN TRANSPORT HUB DI DUKUH ATAS

Andrean Putra Sasmita, Agus Budi Purnomo

374-379

 PDF

PENERAPAN ARCHITECTURE ORGANIC PADA BENTUK BANGUNAN HOTELRESORT DI KUTA BALI

Ilham Arsyad, Inavonna, Dwi Rosnarti

380-385

 PDF

ANALISA WAKTU IKAT BETON GEOPOLIMER DENGAN PENAMBAHAN RETARDER SIKA PLASTIMENT P-121 R

Agus Indra Yahya T.oinan, Liana Herlina

386-390

 PDF

PENGARUH KALSIUM OKSIDA DAN BORAKS TERHADAP WAKTU IKAT BETON GEOPOLIMER BERBASIS DASAR FLY ASH

EFFECT OF CALCIUM OXIDE AND BORAX ON BASE TIME OF FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONCRETE

Andi Muhammad Fikrie Haikal¹, Liana herlina^{*2}

³Jurusan Teknik sipil, Universitas Trisakti, Jakarta

*E-mail: liana@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Beton geopolimer dianggap lebih ramah lingkungan dikarenakan bahan penyusunnya tidak lagi menggunakan semen. Salah satu material yang bisa digunakan adalah fly ash.). Salah satu material yang bisa digunakan adalah Fly Ash. Namun, Fly Ash tipe F mempunyai kandungan kalsium oksida (CaO) kurang dari 10% maka itu di gunakan penambahan kalsium oksida bisa berakibat mempercepat proses pengersan tapi meningkatkan kuat tekan beton geopolimer. Dari hasil penelitian, menunjukan bahwa penambahan kalsium oksida dan boraks($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) pada laurutan alkali memberi pengaruh terhadap setting time. Penambahan kalsium oksida (CaO) bisa mempercepat setting time dan penambahan boraks memperlambat setting time sesuai dengan jumlah kadar kalsium oksida dan boraks yang ditambahkan. Penambahan kalsium oksida Menambahkan kuat tekan beton geopolimer. Dengan penambahan boraks1% dan CaO 1%,7,5%,10%,12,5%,15%.Digunakan perbandingan aktivator Na_2SiO_3 dan NaOH yaitu 2.5:1 dengan molaritas NaOH 10M. Variasi penambahan boraks dan kalsium oksida padasaatpencampuran meliputi Boraks1% dan CaO 1%,7,5%,10%,12,5%,15% dari berat fly ash. Hasil pengujian menunjukkan semakin tinggi kadar boraks1% dan CaO yang ditambahkan semakin cepat waktu ikat yang terjadi. Waktu ikat akhir tercepat dicapai pada beton geopolimer dengan penambahan 15% boraks selama 220 menit.

Kata kunci : fly ash, kalsium oksida, CaO, boraks, geopolimer, setting time,

ABSTRAK

Geopolymer concrete is considered more environmentally friendly because its constituent materials no longer use cement. One of the materials that can be used is fly ash. Geopolymer concrete is a concrete made from materials rich in elements of alumina (Al) and silica (Si). One of the materials that can be used is Fly Ash. However, type F Fly Ash has a calcium oxide (CaO) content of less than 10%, so using the addition of calcium oxide can result in speeding up the drying process but increasing the compressive strength of geopolymer concrete. From the research results, it shows that the addition of calcium oxide and borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) to alkaline solutions has an effect on the setting time. The addition of calcium oxide (CaO) can speed up the setting time and the addition of borax slows down the setting time according to the amount of calcium oxide and borax added. Addition of calcium oxide Adding compressive strength of geopolymer concrete. With the addition of 1% borax and 1% CaO, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%. The ratio of activators Na_2SiO_3 and NaOH is 2.5:1 with a molarity of 10M NaOH. Variations in the addition of borax and calcium oxide when mixing include 1% Borax and CaO 1%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% by weight of fly ash. The test results showed that the higher the concentration of 1% borax and CaO added, the faster the binding time occurred. The fastest final setting time was achieved in geopolymer concrete with the addition of 15% borax for 220 minutes.

Keywords : fly ash, calcium oxide, CaO, borax, geopolymer, setting time,

A. Pendahuluan

Beton merupakan elemen utama dalam pembuatan konstruksi bangunan gedung yang mana dalam perencanaannya perlu memperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan komposisi bahan pembentuk beton yang akan digunakan, metode pelaksanaan pengerjaan beton maupun analisa struktur yang mengikuti standar atau peraturan yang berlaku sesuai dengan fungsi bangunan. Beton geopolimer merupakan hasil dari reaksi antara senyawa yang kaya akan alumina dan silika dengan alkali. Namun, *Fly Ash* tipe F mempunyai kandungan kalsium oksida (CaO) kurang dari 10% maka itu di gunakan penambahan kalsium oksida bisa berakibat mempercepat proses pengersan tapi meningkatkan kuat tekan beton geopolimer.

Kalsium Oksida (CaO) merupakan material yang bisa digunakan untuk meningkatkan kuat tekan dalam pembuatan beton menggunakan semen ataupun *fly ash*. di karenakan *fly ash* tipe F mempunyai kandungan CaO yang sedikit maka dari itu perlu adanya Penambahan kalsium oksida (CaO), terjadi akibat penambahan kalsium oksida (CaO) cepat memperkeras dan proses kerja. Boraks adalah senyawa tambahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan setting time dalam pembuatan beton geopolimer (Purwantoro et al., 2016.). Boraks memiliki senyawa kimia $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ natrium tetraborat pentahidrat

B. STUDI PUSTAKA

B.1 Geopolimer

Beton geopolimer merupakan hasil dari reaksi antara senyawa yang kaya akan alumina dan silika dengan alkali. Salah satu bahan yang sering dipakai adalah *fly ash* di mana material ini merupakan material yang kaya akan senyawa alumina dan silika (Lloyd & Rangan, 2010). Larutan yang biasa digunakan adalah campuran dari sodium hidroksida dan alkali aktivator lainnya. Alkali aktivator lain yang sering digunakan adalah

senyawa yang kaya akan kandungan silika, seperti sodium atau potassium silikat. Kandungan yang terdapat dalam senyawa alkali juga memberi dampak yang signifikan terhadap kekuatan dari beton geopolimer.

B.2 Fly ash

Fly Ash Fly ash (abu terbang) adalah bahan sisa pembakaran batubara dari industri pembangkitan listrik tenaga uap yang sudah tidak digunakan lagi (ASTM C618– 96, 2012). Komposisi *fly ash* terutama terdiri dari silikat dioksida (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), kalsium (CaO), dan magnesium, kalium, natrium, titanium, dan belerang dalam jumlah terbatas (Kusnan, n.d.).

Terdapat tiga kelas klasifikasi dilihat dari ASTM C 618 sebagai berikut:

1. Kelas C
Fly ash dihasilkan dari pembakaran batubara sub-bituminous dan mengandung lebih dari 10% CaO.
2. Kelas F
Fly ash dihasilkan dari pembakaran bitumen batubara yang mengandung kurang dari 10% CaO.
3. Kelas N
Tanah diatomik, chert dan serpih opaline, tufa, dan abu vulkanik adalah contoh pozzolan alami atau produk pembakaran. Biasanya, itu diperlakukan dengan membakar atau tanpa. Selain itu, *fly ash* kelas N memiliki sifat pozzolan yang luar biasa.

B.3 Alkali Aktivator

Alkali sebagai aktifator yang biasanya digunakan untuk membuat geopolimer diantaranya adalah kombinasi antara sodium hidroksida (NaOH) dengan sodium silikat (Na_2SiO_3) atau potassium hidroksida (KOH) dengan potassium silikat (K_2SiO_3) (Davidovits, 1999). Alkali aktivator memiliki

fungsi dalam menghasilkan geopolimerisasi dan meningkatkan laju reaksi. NaOH biasa digunakan sebagai alkali aktivator karena murah, memiliki viskositas rendah, dan tersedia dalam jumlah banyak. Selain itu, ion OH⁻ di dalam NaOH merupakan elemen penting dalam proses geopolimerisasi. Ion ini sangat penting dalam meningkatkan laju reaksi dari penguraian ikatan alumina dan silika (Arjunan P, dkk, 2001)

B.4 Boraks

Boraks merupakan senyawa yang bisa digunakan sebagai salah satu aktivator atau senyawa tambahan dalam pembuatan beton geopolimer. Perbandingan dari campuran boraks terhadap alkali aktivator lainnya memberi pengaruh terhadap kekuatan beton geopolimer yang dihasilkan. Boraks juga bisa digunakan untuk memperlambat setting time pada sebuah beton geopolimer (Mackenzie et al., 2005).

B.5 Kalsium Oksida

Kalsium Oksida merupakan material yang bisa digunakan untuk meningkatkan kuat tekan dalam pembuatan beton menggunakan semen ataupun fly ash. Dalam percobaan geopolimer, CaO bisa meningkatkan kuat tekan apabila digunakan pada beton yang di curing dalam suhu ruangan 20 dan bisa memperbaiki kuat tekan apabila dicuring menggunakan steam curing 70° (Temuujin et al., 2009).

B.5 Vicat

Dilakukan pengujian *setting time* menggunakan alat vicat. Waktu *setting* dibagi menjadi dua bagian, yaitu waktu *setting* awal dan waktu *setting* akhir. Waktu yang diperlukan semen untuk bercampur dengan air dari keadaan plastis menjadi non plastis dan waktu yang diperlukan semen untuk bercampur dengan air dari keadaan plastis menjadi mengeras disebut waktu pengerasan awal dan waktu pengerasan akhir. Setiap pasta semen tidak dapat dibebani baik oleh

beratnya sendiri atau oleh beban eksternal ketika mencapai kekerasan akhir di ujung ikatan .

C. Methode Penelitian

Penelitian ini mengacu pada SNI 03-6827-2002. Pengujian vicat dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Trisakti.

D.HASIL STUDI

D.1 Kebutuhan Material Pengujian Vicat

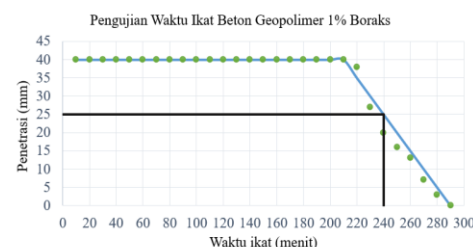
Pengujian Setting Time Menggunakan Alat Vicat dan Kebutuhan untuk pengujian vicat sesuai pada proporsi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan material untuk vicat

KET	MATERIAL GRAM				
	Boraks	CaO	Fly ash	Na ₂ SiO ₃	NaOH
BGB1%	1%	0	297	138,88	49,90
BGB1%K1%	1%	3	294	137,47	49,39
BGB1%K7,5%	1%	22,5	274,5	128,36	46,12
BGB1%K10%	1%	30	267	124,85	44,86
BGB1%K12,5%	1%	37,5	259,5	121,34	43,60
BGB1%15%	1%	45	252	117,84	42,34

D.2 Pengujian Vicat BGB1%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks menggunakan alat vicat. merupakan hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks jatuh pada menit ke 220 dan waktu ikat akhir pada menit ke 290

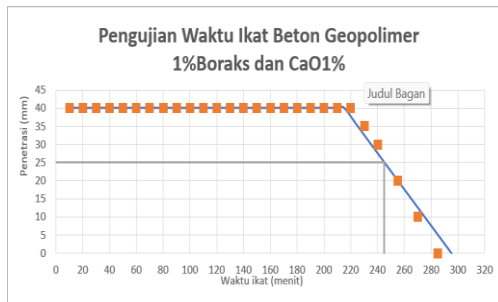


Gambar 1. Grafik waktu ikat BGB1%

D.3 Pengujian VicaT BGB1%K1%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 1% menggunakan alat vicat. Tabel 36 merupakan hasil pengujian waktu ikat pasta hingga

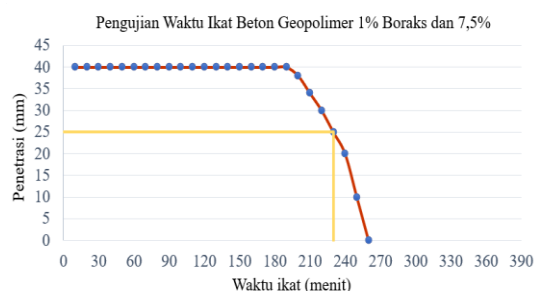
pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan CaO jatuh pada menit ke 230 dan waktu ikat akhir pada menit ke 290



Gambar 2. Grafik waktu ikat BGB1%K1%

D.4 Pengujian Vicat BGB1%K7,5%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 1% menggunakan alat vicat. hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan CaO jatuh pada menit ke 230 dan waktu ikat akhir pada menit ke 270

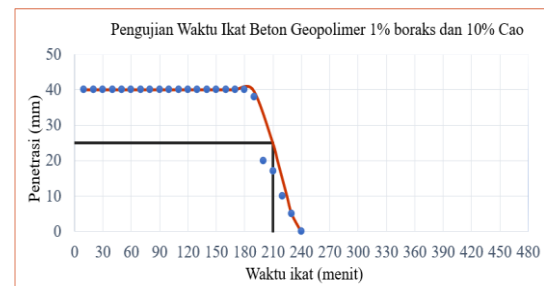


Gambar3. Grafik waktu ikat BGB1%K7,5%

D.5 Pengujian Vicat BGB1%K10%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 10%% menggunakan alat vicat. Tabel 36 merupakan hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan

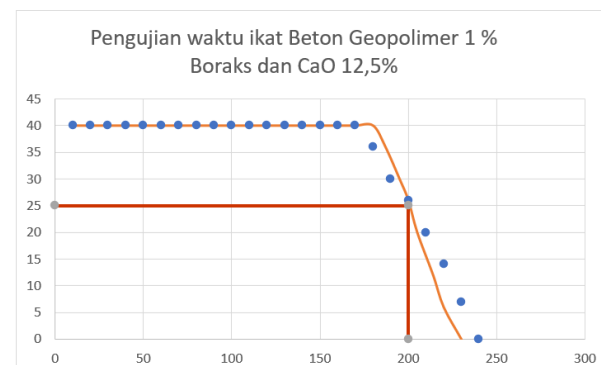
geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan CaO jatuh pada menit ke 210 dan waktu ikat akhir pada menit ke 260



Gambar 4. Grafik waktu ikat BGB1%K10%

D.6 Pengujian Vicat BGB1%K12,5%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 12,5%. hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan CaO jatuh pada menit ke 200 dan waktu ikat akhir pada menit ke 240

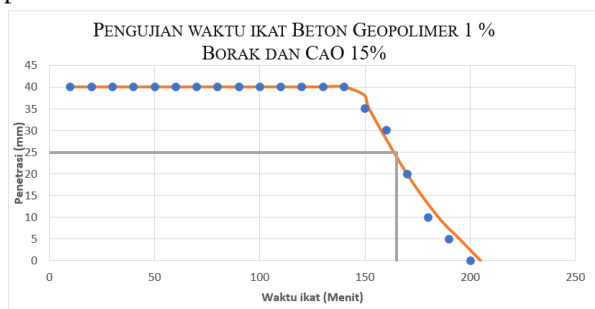


Gambar 5. Grafik waktu ikat BGB1%K12,5%

D.7 Pengujian Vicat BGB1%K15%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 15% menggunakan alat vicat. Tabel 36 merupakan hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan

CaO jatuh pada menit ke 165 dan waktu ikat akhir pada menit ke 220



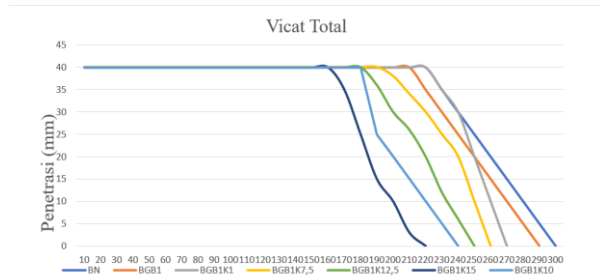
Gambar 6. Grafik waktu ikat BGB1%K15%

D.8 Hasil Pengujian Vicat

Didapatkan hasil waktu ikat beton geopolimer berbasis *fly ash* tipe F sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian vicat beton

KET	WAKTU IKAT	WAKTU IKAT
	AWAL (Menit)	AKHIR (Menit)
BGB1%	220	290
BGB1%K1%	230	290
BGB1%K7,5%	230	270
BGB1%K10%	190	260
BGB1%K12,5%	185	240
BGB1%K15%	150	220



Gambar 7. Grafik waktu ikat beton

Dapat dilihat dari Gambar 6 bahwa penambahan boraks dan kalsium oksida pada beton geopolimer akan mempercepat waktu pengerasan beton, dan semakin banyak Kalsium Oksida yang digunakan maka waktu pengerasan beton akan semakin cepat.

Pada penelitian ini, waktu ikat tercepat pada variasi BGB1K15 atau penambahan boraks 15% dari berat *fly ash* yaitu selama 220 menit.

E.kesimpulan

1. Beton geopolimer penambahan zat boraks1% dan CaO 15% memiliki waktu

ikat paling cepat diantara variasi yang lain yaitu selama 220 menit.

2. Penambahan kalsium oksida (CaO) Mempercepat setting time
3. Penambahan Kalsium Oksida meningkatkan kuat tekan pada beton geopolimer
4. Presentas Penambahan CaO Mempengaruhi waktu ikat pada Beton Geopolimer

REFERENSI

- Kusnan, I. (n.d.). Tim Ejournal Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra Bestari. SNI 03-6827. (2002). Metode Pengujian Waktu Ikat Awal
- Purwanto, austin, Suyanto, widya, Antoni, & Hardjito, D. (2016). Pengaruh Penambahan Boraks Dan Kalsium Oksida Terhadap Setting Time Dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C
- Purwanto, Austin, et al. "Pengaruh Penambahan Boraks dan Kalsium Oksida terhadap Setting Time dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C." *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil* 5.2 (2016)
- Temuujin, J., Riessen, A. Van, & Williams, R. (2009). Influence of Calcium Compounds on the Mechanical Properties of Fly Ash Geopolymer Pastes, 167, 82–88.
- Wulandari, S. (2022). Pengaruh Penambahan Boraks Terhadap Waktu Ikat Dan Kuat Tekan Beton Geopolimer.
- Umam, K., Istianah, I., Adi Saputro, Y., & Purwanto, P. (2019). Pengaruh Bahan Kalsium Oksida Pada Waktu Pengikatan Pasta Beton Geopolimer Dan Konvensional.

17849- Andi_Muhammad_Fikri_Haikal.p df

by Turnitin Sipil 3

Submission date: 28-Mar-2025 10:49AM (UTC+0700)

Submission ID: 2561885034

File name: 17849-Andi_Muhammad_Fikri_Haikal.pdf (352.55K)

Word count: 2087

Character count: 11897

PENGARUH KALSIMUM OKSIDA DAN BORAKS TERHADAP WAKTU IKAT BETON GEOPOLIMER BERBASIS DASAR FLY ASH

EFFECT OF CALCIUM OXIDE AND BORAX ON BASE TIME OF FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONCRETE

Andi Muhammad Fikrie Haikal¹, Liana herlina^{*2}

³Jurusan Teknik sipil, Universitas Trisakti, Jakarta

*E-mail: liana@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Beton geopolimer dianggap lebih ramah lingkungan dikarenakan bahan penyusunnya tidak lagi menggunakan semen. Salah satu material yang bisa digunakan adalah fly ash. Salah satu material yang bisa digunakan adalah Fly Ash. Namun, Fly Ash tipe F mempunyai kandungan kalsium oksida (CaO) kurang dari 10% maka itu di gunakan penambahan kalsium oksida bisa berakibat mempercepat proses pengersan tapi meningkatkan kuat tekan beton geopolimer. Dari hasil penelitian, menunjukan bahwa penambahan kalsium oksida dan boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) pada laurutan alkali memberi pengaruh terhadap setting time. Penambahan kalsium oksida (CaO) bisa mempercepat setting time dan penambahan boraks memperlambat setting time sesuai dengan jumlah kadar kalsium oksida dan boraks yang ditambahkan. Penambahan kalsium oksida Menambahkan kuat tekan beton geopolimer. Dengan penambahan boraks 1% dan CaO 1%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%. Digunakan perbandingan aktivator Na_2SiO_3 dan NaOH yaitu 2.5:1 dengan molaritas NaOH 10M. Variasi penambahan boraks dan kalsium oksida pada saat pencampuran meliputi Boraks 1% dan CaO 1%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% dari berat fly ash. Hasil pengujian menunjukkan semakin tinggi kadar boraks 1% dan CaO yang ditambahkan semakin cepat waktu ikat yang terjadi. Waktu ikat akhir tercepat dicapai pada beton geopolimer dengan penambahan 15% boraks selama 220 menit.

Kata kunci : fly ash, kalsium oksida, CaO, boraks, geopolimer, setting time,

ABSTRAK

Geopolymer concrete is considered more environmentally friendly because its constituent materials no longer use cement. One of the materials that can be used is fly ash. Geopolymer concrete is a concrete made from materials rich in elements of alumina (Al) and silica (Si). One of the materials that can be used is Fly Ash. However, type F Fly Ash has a calcium oxide (CaO) content of less than 10%, so using the addition of calcium oxide can result in speeding up the drying process but increasing the compressive strength of geopolymer concrete. From the research results, it shows that the addition of calcium oxide and borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) to alkaline solutions has an effect on the setting time. The addition of calcium oxide (CaO) can speed up the setting time and the addition of borax slows down the setting time according to the amount of calcium oxide and borax added. Addition of calcium oxide Adding compressive strength of geopolymer concrete. With the addition of 1% borax and 1% CaO, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%. The ratio of activators Na_2SiO_3 and NaOH is 2.5:1 with a molarity of 10M NaOH. Variations in the addition of borax and calcium oxide when mixing include 1% Borax and CaO 1%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% by weight of fly ash. The test results showed that the higher the concentration of 1% borax and CaO added, the faster the binding time occurred. The fastest final setting time was achieved in geopolymer concrete with the addition of 15% borax for 220 minutes.

Keywords : fly ash, calcium oxide, CaO, borax, geopolimer, setting time,

A. Pendahuluan

Beton merupakan elemen utama dalam pembuatan konstruksi bangunan gedung yang mana dalam perencanaannya perlu memperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan komposisi bahan pembentuk beton yang akan digunakan, metode pelaksanaan pengerjaan beton maupun analisa struktur yang mengikuti standar atau peraturan yang berlaku sesuai dengan fungsi bangunan. Beton geopolimer merupakan hasil dari reaksi antara senyawa yang kaya akan alumina dan silika dengan alkali. Namun, *Fly Ash* tipe F mempunyai kandungan kalsium oksida (CaO) kurang dari 10% maka itu di gunakan penambahan kalsium oksida bisa berakibat mempercepat proses pengersan tapi meningkatkan kuat tekan beton geopolimer.

Kalsium Oksida (CaO) merupakan material yang bisa digunakan untuk meningkatkan kuat tekan dalam pembuatan beton menggunakan semen ataupun *fly ash*. di karenakan *fly ash* tipe F mempunyai kandungan CaO yang sedikit maka dari itu perlu adanya Penambahan kalsium oksida (CaO), terjadi akibat penambahan kalsium oksida (CaO) cepat memperkeras dan proses kerja. Boraks adalah senyawa tambahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan setting time dalam pembuatan beton geopolimer (Purwantoro et al., 2016.). Boraks memiliki senyawa kimia $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ natrium tetraborat pentahidrat

B. STUDI PUSTAKA

B.1 Geopolimer

Beton geopolimer merupakan hasil dari reaksi antara senyawa yang kaya akan alumina dan silika dengan alkali. Salah satu bahan yang sering dipakai adalah *fly ash* di mana material ini merupakan material yang kaya akan senyawa alumina dan silika (Lloyd & Rangan, 2010). Larutan yang biasa digunakan adalah campuran dari sodium hidroksida dan alkali aktivator lainnya. Alkali aktivator lain yang sering digunakan adalah

senyawa yang kaya akan kandungan silika, seperti sodium atau potassium silikat. Kandungan yang terdapat dalam senyawa alkali juga memberi dampak yang signifikan terhadap kekuatan dari beton geopolimer.

B.2 Fly ash

Fly Ash Fly ash (abu terbang) adalah bahan sisa pembakaran batubara dari industri pembangkitan listrik tenaga uap yang sudah tidak digunakan lagi (ASTM C618- 96, 2012). Komposisi *fly ash* terutama terdiri dari silikat dioksida (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), kalsium (CaO), dan magnesium, kalium, natrium, titanium, dan belerang dalam jumlah terbatas (Kusnan, n.d.).

Terdapat tiga kelas klasifikasi dilihat dari ASTM C 618 sebagai berikut:

1. Kelas C
Fly ash dihasilkan dari pembakaran batubara sub-bituminous dan mengandung lebih dari 10% CaO.
2. Kelas F
Fly ash dihasilkan dari pembakaran bitumen batubara yang mengandung kurang dari 10% CaO.
3. Kelas N
Tanah diatomik, chert dan serpih opaline, tufa, dan abu vulkanik adalah contoh pozzolan alami atau produk pembakaran. Biasanya, itu diperlakukan dengan membakar atau tanpa. Selain itu, *fly ash* kelas N memiliki sifat pozzolan yang luar biasa.

B.3 Alkali Aktivator

Alkali sebagai aktifator yang biasanya digunakan untuk membuat geopolimer diantaranya adalah kombinasi antara sodium hidroksida (NaOH) dengan sodium silikat (Na_2SiO_3) atau potassium hidroksida (KOH) dengan potassium silikat (K_2SiO_3) (Davidovits, 1999). Alkali aktivator memiliki

fungsi dalam menghasilkan geopolimerisasi dan meningkatkan laju reaksi. NaOH biasa digunakan sebagai alkali aktivator karena murah, memiliki viskositas rendah, dan tersedia dalam jumlah banyak. Selain itu, ion OH⁻ di dalam NaOH merupakan elemen penting dalam proses geopolimerisasi. Ion ini sangat penting dalam meningkatkan laju reaksi dari penguraian ikatan alumina dan silika (Arjunan P, dkk, 2001)

B.4 Boraks

Boraks merupakan senyawa yang bisa digunakan sebagai salah satu aktivator atau senyawa tambahan dalam pembuatan beton geopolimer. Perbandingan dari campuran boraks terhadap alkali aktivator lainnya memberi pengaruh terhadap kekuatan beton geopolimer yang dihasilkan. Boraks juga bisa digunakan untuk memperlambat setting time pada sebuah beton geopolimer (Mackenzie et al., 2005).

B.5 Kalsium Oksida

Kalsium Oksida merupakan material yang bisa digunakan untuk meningkatkan kuat tekan dalam pembuatan beton menggunakan semen ataupun fly ash. Dalam percobaan geopolimer, CaO bisa meningkatkan kuat tekan apabila digunakan pada beton yang di curing dalam suhu ruangan 20 dan bisa memperbaiki kuat tekan apabila dicuring menggunakan steam curing 70° (Temuujin et al., 2009).

B.5 Vicat

Dilakukan pengujian *setting time* menggunakan alat vicat. Waktu *setting* dibagi menjadi dua bagian, yaitu waktu *setting* awal dan waktu *setting* akhir. Waktu yang diperlukan semen untuk bercampur dengan air dari keadaan plastis menjadi non plastis dan waktu yang diperlukan semen untuk bercampur dengan air dari keadaan plastis menjadi mengeras disebut waktu pengerasan awal dan waktu pengerasan akhir. Setiap pasta semen tidak dapat dibebani baik oleh

beratnya sendiri atau oleh beban eksternal ketika mencapai kekerasan akhir di ujung ikatan .

C. Metode Penelitian

Penelitian ini mengacu pada SNI 03-6827-2002. Pengujian vicat dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Trisakti.

D.HASIL STUDI

D.1 Kebutuhan Material Pengujian Vicat

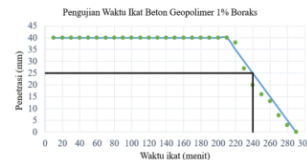
Pengujian Setting Time Menggunakan Alat Vicat dan Kebutuhan untuk pengujian vicat sesuai pada proporsi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan material untuk vicat

KET	MATERIAL GRAM				
	Boraks	CaO	Fly ash	Na ₂ SiO ₃	NaOH
BGB1%	1%	0	297	138,88	49,90
BGB1%K1%	1%	3	294	137,47	49,39
BGB1%K7,5%	1%	22,5	274,5	128,36	46,12
BGB1%K10%	1%	30	267	124,85	44,86
BGB1%K12,5%	1%	37,5	259,5	121,34	43,60
BGB1%K15%	1%	45	252	117,84	42,34

D.2 Pengujian Vicat BGB1 %

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks menggunakan alat vicat. merupakan hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks jatuh pada menit ke 220 dan waktu ikat akhir pada menit ke 290

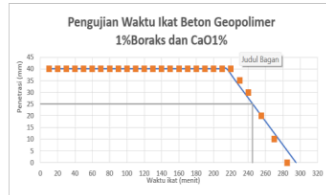


Gambar 1. Grafik waktu ikat BGB1%

D.3 Pengujian Vicat BGB1%K1%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 1% menggunakan alat vicat. Tabel 36 merupakan hasil pengujian waktu ikat pasta hingga

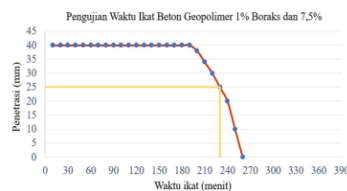
pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan CaO jatuh pada menit ke 230 dan waktu ikat akhir pada menit ke 290



Gambar 2. Grafik waktu ikat BGB1%K1%

D.4 Pengujian Vicat BGB1%K7,5%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 1% menggunakan alat vicat. hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan CaO jatuh pada menit ke 230 dan waktu ikat akhir pada menit ke 270

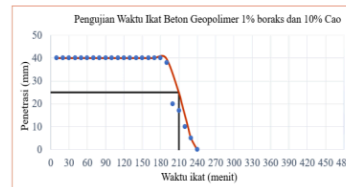


Gambar3. Grafik waktu ikat BGB1%K7,5%

D.5 Pengujian Vicat BGB1%K10%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 10% menggunakan alat vicat. Tabel 36 merupakan hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan

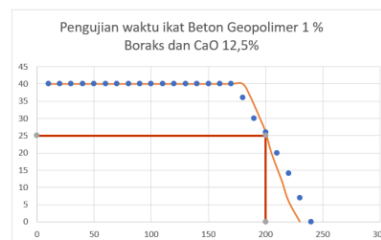
geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan CaO jatuh pada menit ke 210 dan waktu ikat akhir pada menit ke 260



Gambar 4. Grafik waktu ikat BGB1%K10%

D.6 Pengujian Vicat BGB1%K12,5%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 12,5%. hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan CaO jatuh pada menit ke 200 dan waktu ikat akhir pada menit ke 240

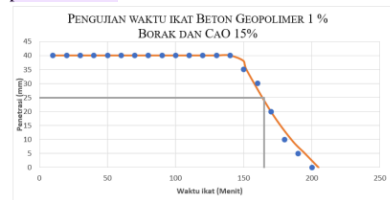


Gambar 5. Grafik waktu ikat BGB1%K12,5%

D.7 Pengujian Vicat BGB1%K15%

Dilakukan pengujian vicat terhadap pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks dan Cao 15% menggunakan alat vicat. Tabel 36 merupakan hasil pengujian waktu ikat pasta hingga pasta mencapai 0 penurunan atau telah mengeras sepenuhnya. Didapatkan waktu ikat awal (penurunan mencapai angka 25 mm) pasta geopolimer dengan penambahan 1% boraks Dan

CaO jatuh pada menit ke 165 dan waktu ikat akhir pada menit ke 220



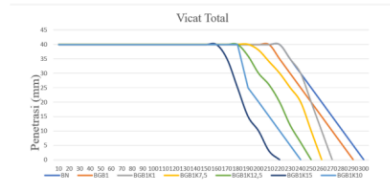
Gambar 6. Grafik waktu ikat BGB1%K15%

D.8 Hasil Pengujian Vicat

Didapatkan hasil waktu ikat beton geopolimer berbasis *fly ash* tipe F sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian vicat beton

KET	WAKTU IKAT	
	AWAL (Menit)	AKHIR (Menit)
BGB1%	220	290
BGB1%K1%	230	290
BGB1%K7,5%	230	270
BGB1%K10%	190	260
BGB1%K12,5%	185	240
BGB1%K15%	150	220



Gambar 7. Grafik waktu ikat beton

Dapat dilihat dari Gambar 6 bahwa penambahan boraks dan kalsium oksida pada beton geopolimer akan mempercepat waktu pengerasan beton, dan semakin banyak Kalsium Oksida yang digunakan maka waktu pengerasan beton akan semakin cepat.

Pada penelitian ini, waktu ikat tercepat pada variasi BGB1K15 atau penambahan boraks 15% dari berat *fly ash* yaitu selama 220 menit.

E.kesimpulan

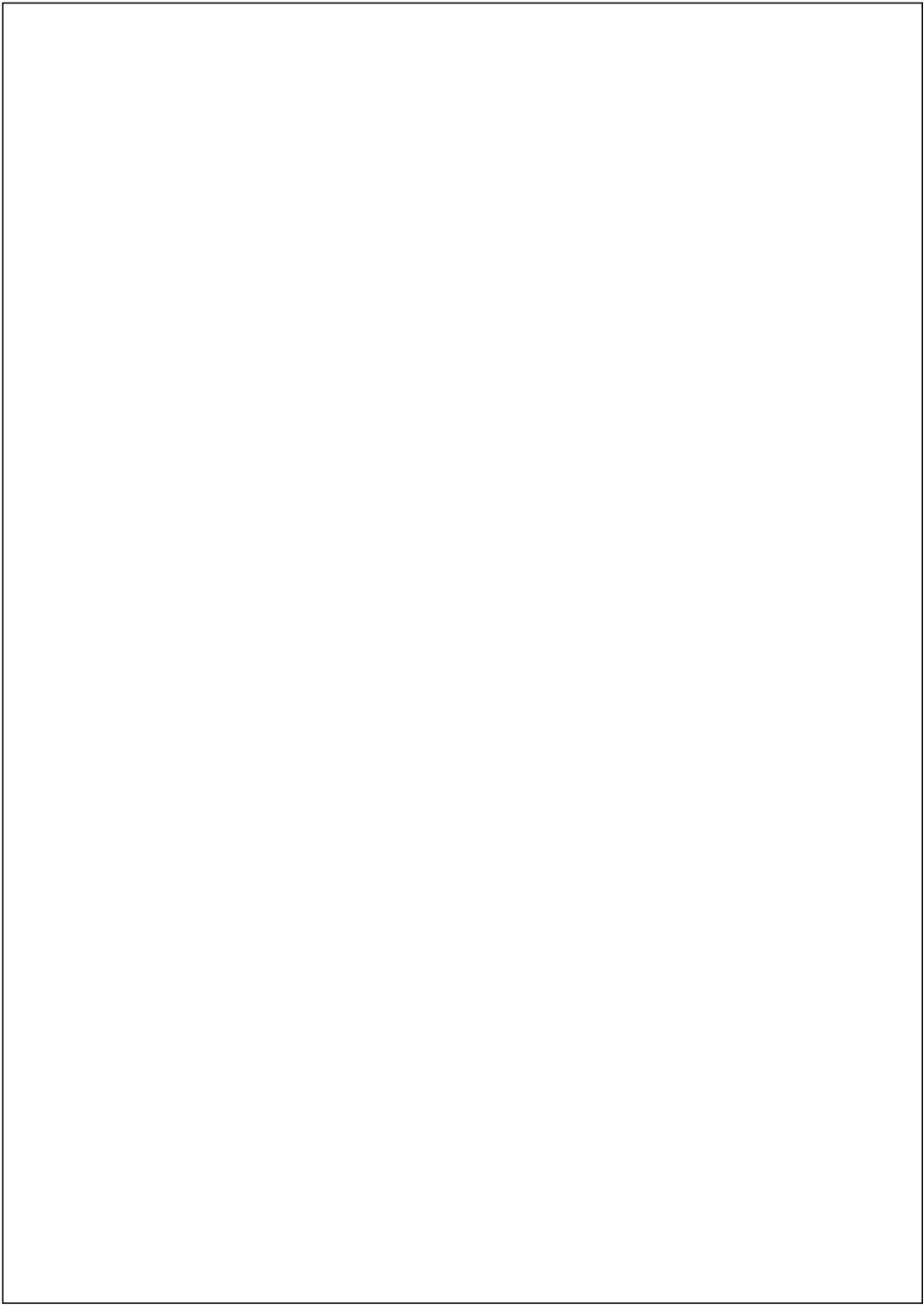
1. Beton geopolimer penambahan zat boraks1% dan CaO 15% memiliki waktu

ikat paling cepat diantara variasi yang lain yaitu selama 220 menit.

2. Penambahan kalsium oksida (CaO) Mempercepat setting time
3. Penambahan Kalsium Oksida meningkatkan kuat tekan pada beton geopolimer
4. Presentas Penambahan CaO Mempengaruhi waktu ikat pada Beton Geopolimer

REFERENSI

- Kusnan, I. (n.d.). Tim Ejournal Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra Bestari. SNI 03-6827. (2002). Metode Pengujian Waktu Ikat Awal
- Purwantoro, austin, Suyanto, widya, Antoni, & Hardjito, D. (2016). Pengaruh Penambahan Boraks Dan Kalsium Oksida Terhadap Setting Time Dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C
- Purwantoro, Austin, et al. "Pengaruh Penambahan Boraks dan Kalsium Oksida terhadap Setting Time dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C." *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil* 5.2 (2016)
- Temuujin, J., Riessen, A. Van, & Williams, R. (2009). Influence of Calcium Compounds on the Mechanical Properties of Fly Ash Geopolymer Pastes, 167, 82–88.
- Wulandari, S. (2022). Pengaruh Penambahan Boraks Terhadap Waktu Ikat Dan Kuat Tekan Beton Geopolimer.
- Umam, K., Istianah, I., Adi Saputro, Y., & Purwanto, P. (2019). Pengaruh Bahan Kalsium Oksida Pada Waktu Pengikatan Pasta Beton Geopolimer Dan Konvensional.



ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

20%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.jurnal.jurmat.com

Internet Source

3%

2

garuda.ristekbrin.go.id

Internet Source

3%

3

jurnal.ugm.ac.id

Internet Source

3%

4

id.123dok.com

Internet Source

2%

5

proceeding.isas.or.id

Internet Source

2%

6

123dok.com

Internet Source

2%

7

www.neliti.com

Internet Source

1%

8

repository.its.ac.id

Internet Source

1%

9

adoc.pub

Internet Source

1%

10

repository.unpar.ac.id

Internet Source

1%

Exclude quotes On

Exclude matches

< 17 words

Exclude bibliography On