

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 Fadhilah, 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
[PDF](#)
- ANALISIS PAYBACK PERIOD PADA GREEN BUILDING DARI SEGI KONSERVASI AIR**
Ariwijaya Kristiadi Ari, Bambang Endro Yuwono 139-144
[PDF](#)
- PERBANDINGAN EFEKTIFITAS HUBUNGAN KOMUNIKASI PROYEK KONSTRUKSI SEBELUM PANDEMI DAN SAAT PANDEMIDARI SUDUT PANDANG OWNER**
Trileksono Bimo Utomo Pitoyo Sutaryo, Bambang E. Yuwono 145-153
[PDF](#)
- 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
[PDF](#)
- KEANDALAN SISTEM TANGGAP DARURAT KEBAKARAN PADA GEDUNG X**
Maftukhah Sabillilah, Ryan Faza Prasetyo 162-166
[PDF](#)
- KARAKTERISTIK PARK AND RIDE SEBAGAI FASILITAS PENDUKUNG MRT STASIUN LEBAK BULUS**
Nadia Oktaviani, Dewi Rintawati, Christina Sari 167-171
[PDF](#)
- PENGARUH NILAI WAKTU TERHADAP PENERAPAN MULTI LANE FREE FLOW PADA GERBANG TOL CIPUTAT 2**
Nadya Fernanda Rakhafuri, Budi Hartanto Susilo 172-179
[PDF](#)
- 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
[PDF](#)
- PENGARUH CONTRAFLOW TERHADAP DERAJAT KEJENUHAN PADA KORIDOR TOMANG - HARMONI**
Jeremy Peter Parulian Hutauruk, FX. Trisbiantara 187-192
[PDF](#)
- EVALUASI KETINGGIAN BANGUNAN DI SEKITAR BANDAR UDARA SOEKARNO-HATTA (Studi Kasus: Lippo Karawaci Tangerang)**
Allisa Kusuma Dewi 193-199
[PDF](#)
- KAJIAN STRATEGI PERUSAHAAN BIDANG KONSTRUKSI UNTUK MENINGKATKAN RESILIENSI DALAM MENGHADAPI KETIDAKPASTIAN EKONOMI**
Fenny Evitalia Inggriani, Raffis, 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, Rafis, Giraldi Fardiaz Kuswanda

250-256



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

Jovani Bernika, Rafis, 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, Raffis

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 SIKAPLASTIMENT P-121 R

Agus Indra Yahya T.oinan, Liana Herlina

386-390

 PDF

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

ANALYSIS OF SETTING TIME OF GEOPOLYMER CONCRETE WITH THE ADDITION OF RETARDER SIKA PLASTIMENT P- 121R

Agus Indra Yahya T.Oinan¹ Liana Herlina*²
^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Trisakti, Jakarta
*e-mail : liana@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Sebagai salah satu negara berkembang, populasi Indonesia meningkat dengan cepat. Karena populasi yang meningkat, kebutuhan akan sarana dan prasarana di Indonesia meningkat, terutama dalam bidang konstruksi seperti gedung, jalan, dan jembatan. Beton adalah bahan bangunan yang banyak digunakan di Indonesia. Penggunaan semen portland yang semakin meningkat dalam pembangunan infrastruktur berdampak negatif terhadap lingkungan. Beton geopolimer adalah campuran yang tidak menggunakan semen dan menggunakan bahan pengikat seperti *fly ash*. Beton geopolimer mempunyai kekurangan cepat mengeras. Penelitian ini menambahkan admixture untuk memperlambat pengeras beton. Sebagai alkali, sodium hidroksida dan sodium silikat digunakan dalam pembuatan beton geopolimer. Jumlah molaritas NaOH yang digunakan adalah 8M, dan perbandingan alkali antara NaOH dan Na₂SiO₃ adalah 1:2,5. Pengaruh tipe *retarder* (Merk *plastiment P-121R*) terhadap waktu ikat beton geopolimer adalah tujuan penelitian ini. Penelitian ini menggunakan *fly ash* tipe F dan menggunakan kadar penambahan sika *plastiment P-121 R* sebesar 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat *fly ash*. Metode pengujian yang dilakukan dengan mengukur waktu ikat beton geopolimer dengan menggunakan peralatan *vicat apparatus* berdasarkan ASTM C403/C403M. Hasil yang diperoleh dari penggunaan *fly ash* tipe F dengan molaritas 8M pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada pengujian waktu ikat awal tercepat pada waktu 8 jam 43 menit dengan konsentrasi 1% dan terlama 10 jam 18 menit dengan konsentrasi 2% sedangkan pengujian waktu ikat akhir tercepat pada waktu 12 jam 12 menit dengan konsentrasi 0,5% dan terlama 15 jam 17 menit. Pada pengujian waktu ikat dengan bertambahnya/semakin tinggi persentase kadar dari *retarder* *plastiment P-121 R* berpengaruh terhadap semakin lamanya durasi waktu ikat beton geopolimer.

Kata kunci : beton geopolimer, *retarder*, waktu ikat, *fly ash*

ABSTRACT

*As one of the developing countries, Indonesia's population is growing rapidly. As the population increases, the need for facilities and supplies in Indonesia is increasing, especially in construction such as buildings, roads, and bridges. Concrete is a building material that is widely used in Indonesia. Increasing use of portland cement in infrastructure development has a negative impact on the environment. Geopolymer concrete is a mixture that does not use cement and uses bonding materials such as fly ash. Geopolymer concrete has the disadvantage of hardening quickly. This research adds admixture to slow down concrete hardening. As alkali, sodium hydroxide and sodium silicate are used in the manufacture of geopolymer concrete. The number of NaOH molarities used is 8M, and the alkaline ratio between NaOH and Na₂SiO₃ is 1:2,5. The effect of the retarder type (Merk *plastiment P-121R*) on the binding time of geopolymer concrete is the purpose of this research. The study uses F-type fly ash and uses the addition rate of P-121 R plastics of 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% of the weight of fly ash. The test method was carried out by measuring the setting time of geopolymer concrete using *vicat apparatus* based on ASTM C403/C403M. The results obtained from the use of F-type fly ash with a molarity of 8M in this study showed that in the test the fastest initial binding time was at 8 hours 43 minutes at 1% concentration and the longest 10 hours 18 minutes at 2% concentration while the test's fastest ending binding time was at 12 hours 12 minutes at a concentration of 0.5% and the longer 15 hours 17 minutes. In the adhesion time test, the increasing/higher percentage rate of the retarder *plastiment P-121 R* has an influence on the longer duration of the geopolymer concrete.*

Keywords : geopolymer concrete, *retarder*, setting time, *fly ash*

A. PENDAHULUAN

Penggunaan semen portland yang semakin meningkat dalam pembangunan infrastruktur menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan. Proses produksi semen portland menghasilkan emisi karbon dioksida (CO_2) yang berkontribusi pada pemanasan global. Setiap satu ton klinker semen portland menghasilkan sekitar satu ton CO_2 (Davidovits, 1994). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam menjaga keseimbangan antara pembangunan dan kerusakan lingkungan. Salah satu contohnya adalah penggunaan beton geopolimer.

Beton geopolimer adalah jenis beton yang tidak dicampur semen dan dianggap sebagai bahan *green building*. Pengganti semen yang digunakan adalah bahan-bahan yang memiliki kandungan senyawa yang sama dengan semen; salah satunya adalah *fly ash*. Solusi yang terdiri dari sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3) digunakan untuk mengaktifkan silika dan aluminium yang terdapat di *fly ash*. Dengan 8 juta ton limbah *fly ash* per tahun dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), beton geopolimer adalah alternatif yang bagus untuk dimanfaatkan (Irlan, 2020). Karena waktu pengerasan yang sangat singkat, beton geopolimer membutuhkan waktu pengolahan yang lebih sedikit daripada beton biasa yang dibuat dengan semen portland (Risnandani et al., 2015). Pada saat ini, belum ada standar waktu ikat resmi yang dapat digunakan sebagai acuan untuk beton geopolimer. Menurut (Davidovits, 2021) salah satu faktor yang mempengaruhi masalah dalam aplikasi beton geopolimer adalah waktu ikat (*setting time*). Berdasarkan *fly ash* dan alkali *activator*, beton geopolimer waktu ikat lebih cepat daripada beton biasa, sehingga perlu *admixture* untuk mengatasi waktu ikat pada beton geopolimer. *Admixture* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *retarder* (merk *plastiment P-121 R*) adalah salah satu cara untuk memperlambat waktu ikat.

B. STUDI PUSTAKA

B.1 Beton Geopolimer

Beton geopolimer adalah jenis bahan konstruksi yang tidak menggunakan semen portland sebagai penyusun utamanya.

Pembentukan material dapat dicapai melalui aktivasi alkali oleh *fly ash*, yang terdiri dari komponen silika dan aluminium. Proses polimerisasi memerlukan reaksi kimia cepat antara alkali dan SiO_2 , menghasilkan pembentukan struktur $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ (Davidovits, 1999).

B.2 Fly Ash

Abu terbang (*fly ash*) merupakan limbah yang dihasilkan dari tungku pembakaran batu bara di pembangkit listrik. *Fly ash* terdiri dari partikel pozzolan halus yang terdiri dari silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3). (SNI 2460:2014, 2014) mendefinisikan *fly ash* sebagai sisa udara panas yang tertinggal setelah batubara dibakar atau dihaluskan.

Berdasarkan klasifikasi *fly ash* dalam penelitian ini digunakan berbahan *fly ash* tipe F.

B.3 Alkali Activator

Larutan alkali dibuat dari campuran antara NaOH dan Na_2SiO_3 . Dimana NaOH dapat digunakan untuk mempercepat prosedur polimerisasi, sedangkan Na_2SiO_3 dapat digunakan untuk memperkuat ikatan antara komponen silikon (SiO) dan aluminium (Al) beton geopolimer (Anggriawan et al., 2015). Perbandingan larutan NaOH dan Na_2SiO_3 yang digunakan sebesar 1:2,5 dari berat air. Molaritas yang digunakan 8M. larutan disiapkan terpisah dan dibiarkan selama 24 jam sebelum dicampur.

B.4 Retarder

Retarder (retarding admixtures) adalah bahan kimia untuk memperlambat waktu pengikatan (*setting time*) sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan untuk waktu yang lebih lama (ASTM C494/C494M-17, 2020). *retarder* memperlambat reaksi hidrasi awal dengan membungkus butir semen dengan OH. Ini mengubah senyawa residu yang dihasilkan dari reaksi hidrasi semen, Ca(OH)_2 , atau kalsium hidroksida, menjadi OH dan garam kalsium. Ini dilakukan untuk memperlambat waktu ikat awal. Terbentuknya garam kalium dalam air

menyebabkan penurunan konsentrasi ion kalium. Selain itu, selama fase hidrasi, proses kristalisasi diperlambat (Annisa Sabrina, 2017).

B.5 Waktu Ikat Beton

Waktu pengikatan beton didefinisikan sebagai jumlah waktu yang dibutuhkan untuk beton menjadi plastis saat mudah dibentuk dan diproses sampai menjadi plastis. Waktu pengikatan untuk beton yang menggunakan bahan tambah berbeda-beda. Pengujian dilakukan pada adukan spesi beton yang dibuat dari contoh adukan yang sudah di ayak. Campuran beton yang sudah tersaring terdiri dari campuran pasir dan semen yang dicetak dalam sampel. Dinding cetakan menghambat adukan bergerak ke sisi dan memberikan beban vertikal pada permukaannya. Uji waktu pengikatan beton bertujuan untuk menentukan waktu ikat awal sampai waktu ikat akhir dari beton. Berdasarkan (ASTM C403/C403M, 2012) pada pengujian ketahanan penetrasi bahwa untuk mencapai waktu ikat awal dibutuhkan tekanan penetrasi sebesar 500 Psi dan untuk mencapai waktu ikat akhir dibutuhkan tekanan penetrasi sebesar 4000 Psi.

Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung besarnya tegangan permukaan:

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

keterangan :

σ = Tegangan permukaan (Psi)

P = Gaya aksial sentris (lb)

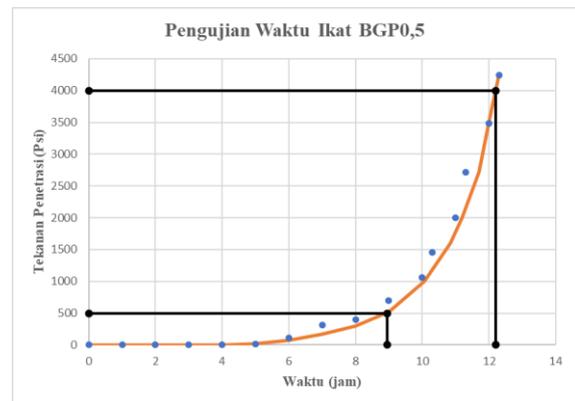
F = Luas permukaan ujung penetrometer (in²)

C. METODE

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan digunakan untuk membuat rencana campuran sesuai dengan (SNI 03-6468-2000, 2000), dan pengujian penetrasi (waktu ikat beton) sesuai dengan SNI (ASTM C403/C403M, 2012).

D. HASIL PEMBAHASAN

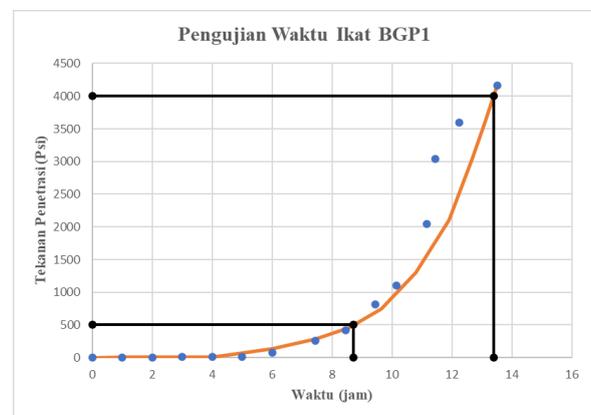
D.1 Waktu Pengikatan BGP0,5



Gambar 1 Grafik Waktu Ikat BGP0,5

Gambar 1 menggambarkan hasil uji data waktu ikatan dengan ketahanan penetrasi beton geopolimer 8M, menunjukkan bahwa waktu ikatan awal tekanan penetrasi 500 Psi terjadi pada waktu 8 jam 57 menit, sedangkan waktu ikatan akhir tekanan penetrasi 4000 Psi terjadi pada waktu 12 jam 12 menit.

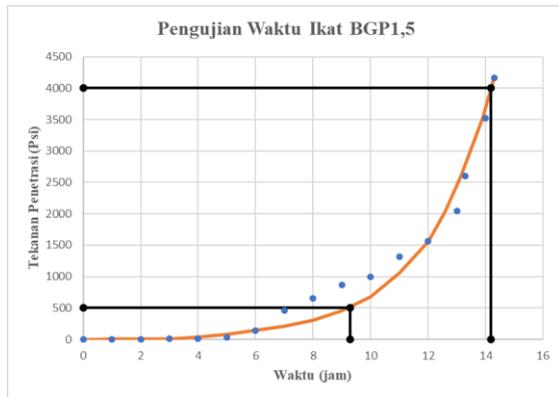
D.2 Waktu Pengikatan BGP1



Gambar 2 Grafik Waktu Ikat BGP1

Gambar 2 menggambarkan hasil uji data waktu ikatan dengan ketahanan penetrasi beton geopolimer 8M, menunjukkan bahwa waktu ikatan awal tekanan penetrasi 500 Psi terjadi pada waktu 8 jam 43 menit, sedangkan waktu ikatan akhir tekanan penetrasi 4000 Psi terjadi pada waktu 13 jam 23 menit.

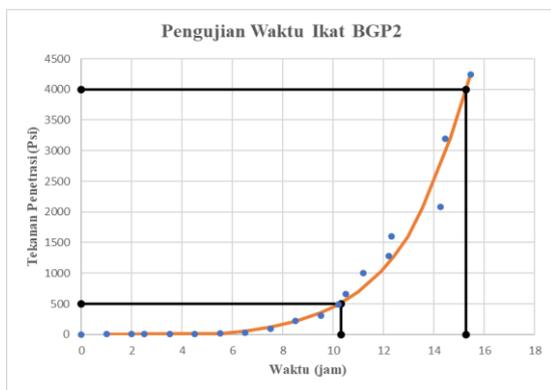
D.3 Waktu Pengikatan BGP1,5



Gambar 3 Waktu Ikut BGP1,5

Gambar 3 menggambarkan hasil uji data waktu ikutan dengan ketahanan penetrasi beton geopolimer 8M, menunjukkan bahwa waktu ikutan awal tekanan penetrasi 500 Psi terjadi pada waktu 9 jam 15 menit, sedangkan waktu ikutan akhir tekanan penetrasi 4000 Psi terjadi pada waktu 12 jam 12 menit.

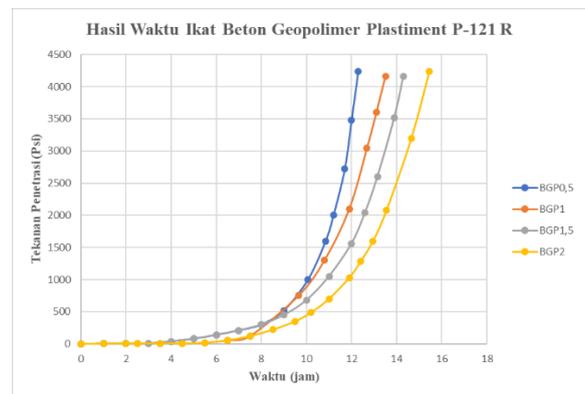
D.4 Waktu Pengikatan BGP2



Gambar 4 Grafik Waktu Ikut BGP2

Gambar 1 menggambarkan hasil uji data waktu ikutan dengan ketahanan penetrasi beton geopolimer 8M, menunjukkan bahwa waktu ikutan awal tekanan penetrasi 500 Psi terjadi pada waktu 10 jam 18 menit, sedangkan waktu ikutan akhir tekanan penetrasi 4000 Psi terjadi pada waktu 15 jam 17 menit.

D.5 Perbandingan Waktu Ikut Beton Geopolimer Plastiment P-121 R



Gambar 5 Grafik Perbandingan Waktu Ikut Beton Geopolimer

Keterangan:

- BGP0,5 : Beton Geopolimer Platisment P-121 R 0,5%
- BGP1 : Beton Geopolimer Platisment P-121 R 1%
- BGP1,5 : Beton Geopolimer Platisment P-121 R 1,5%
- BGP2 : Beton Geopolimer Platisment P-121 R 2%

Grafik diatas menunjukkan perbandingan waktu pengikatan adukan beton geopolimer yang menggunakan bahan tambah *retarder* dengan kadar 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%. Grafik ini dapat menunjukkan adanya perbedaan waktu pengikatan beton. Dari data yang digunakan dalam grafik tersebut waktu pengikatan awal beton yang tercepat terdapat pada beton geopolimer *retarder plastiment* P-121R 1% dengan waktu 8 jam 43 menit dan waktu terlama pada beton geopolimer dengan *retarder plastiment* P-121R 2% dengan waktu 10 jam 18 menit, sedangkan pada waktu ikutan akhir beton tercepat pada beton geopolimer *retarder plastiment* P-121R 0,5% dengan waktu 12 jam 13 menit dan waktu terlama pada beton geopolimer dengan *retarder plastiment* P-121R 2% dengan waktu 15 jam 17 menit. Menurut grafik, waktu ikat beton geopolimer menjadi lebih lama jika persentase bahan penambahan retarder yang ditambahkan ke campuran beton lebih tinggi.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu ikat beton akhir paling cepat adalah beton geopolimer dengan *persentase* 0,5% dengan waktu akhir beton selama 12 jam 13 menit, sedangkan beton geopolimer dengan waktu ikat akhir beton paling lama adalah beton geopolimer dengan *persentase* 2% dengan waktu akhir beton selama 15 jam 17 menit.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *persentase* retarder (merk plastiment P-121R) mempengaruhi durasi ikat beton geopolimer.

REFERENSI

- Anggriawan, A., Saputra, E., & Olivia, M. (2015). Penyisihan Kadar Logam Fe Dan Mn Pada Air Gambut Dengan Pemanfaatan Geopolimer Dari Kaolin Sebagai Adsorben. *Jom FTEKNIK*, 2.
- Annisa Sabrina, N. (2017). Kajian Pengaruh Variasi Penambah Bahan Retarder terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi.
- ASTM C403/C403M. (2012). Metode Uji Waktu Pengikatan Campuran dengan Ketahanan Penetrasi (ASTM C403/C403M-08, IDT). www.bsn.go.id
- ASTM C494/C494M-17. (2020). Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete.
- Davidovits. (1999). Method For Bonding Fiber Reinforcement On Concrete And Steel Structures And Resultant Products Field Of The Invention.
- Davidovits, J. (1994). Global Warming Impact on the Cement and Aggregates Industries Davidovits-1. www.geopolymer.org
- Davidovits, J. (2021). Geopolymer : chemistry and applications (D. Joseph, Ed.; 5th ed.).
- Irlan, A. O. (2020). Tinjauan Karakteristik Bahan Penyusun Beton Berpori dengan Penggunaan Flyash dan Superplasticizer untuk Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan. *Kilat*, 9(2), 244–256.
- Risdanareni, P., Ekaputri, J. J., & Al Bakri Abdullah, M. M. (2015). Effect of Alkaline Activator Ratio to Mechanical Properties of Geopolymer Concrete with Trass as Filler. *Applied Mechanics and Materials*, 754–755, 406–412. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/am.754-755.406>
- SNI 03-6468-2000. (2000). Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang.
- SNI 2460:2014. (2014). Spesifikasi Abu Terbang Batubara dan Pozolan Alam Mentah atau yang Telah Diklaasinasi untuk digunakan dalam Beton.

17772-
Agus_Indra_Yahya_T.Oinan.pdf
by Turnitin Sipil 1

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

Submission ID: 2548488995

File name: 17772-Agus_Indra_Yahya_T.Oinan.pdf (380.18K)

Word count: 2173

Character count: 12661

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

ANALYSIS OF SETTING TIME OF GEOPOLYMER CONCRETE WITH THE ADDITION OF RETARDER SIKAPLASTIMENT P- 121R

Agus Indra Yahya T.Oinan¹ Liana Herlina^{*2}

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Trisakti, Jakarta

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

ABSTRAK

Sebagai salah satu negara berkembang, populasi Indonesia meningkat dengan cepat. Karena populasi yang meningkat, kebutuhan akan sarana dan prasarana di Indonesia meningkat, terutama dalam bidang konstruksi seperti gedung, jalan, dan jembatan. Beton adalah bahan bangunan yang banyak digunakan di Indonesia. Penggunaan semen portland yang semakin meningkat dalam pembangunan infrastruktur berdampak negatif terhadap lingkungan. Beton geopolimer adalah campuran yang tidak menggunakan semen dan menggunakan bahan pengikat seperti *fly ash*. Beton geopolimer mempunyai kekurangan cepat mengeras. Penelitian ini menambahkan admixture untuk memperlambat pengerasan beton. Sebagai alkali, sodium hidroksida dan sodium silikat digunakan dalam pembuatan beton geopolimer. Jumlah molaritas NaOH yang digunakan adalah 8M, dan perbandingan alkali antara NaOH dan Na₂SiO₃ adalah 1:2.5. Pengaruh tipe retarder (Merk *plastiment P-121R*) terhadap waktu ikat beton geopolimer adalah tujuan penelitian ini. Penelitian ini menggunakan *fly ash* tipe F dan menggunakan kadar penambahan sika *plastiment P-121 R* sebesar 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat *fly ash*. Metode pengujian yang dilakukan dengan mengukur waktu ikat beton geopolimer dengan menggunakan perakatan *vicat apparatus* berdasarkan ASTM C403/C403M. Hasil yang diperoleh dari penggunaan *fly ash* tipe F dengan molaritas 8M pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada pengujian waktu ikat awal tercepat pada waktu 8 jam 43 menit dengan konsentrasi 1% dan terlama 10 jam 18 menit dengan konsentrasi 2% sedangkan pengujian waktu ikat akhir tercepat pada waktu 12 jam 12 menit dengan konsentrasi 0,5% dan terlama 15 jam 17 menit. Pada pengujian waktu ikat dengan bertambahnya semakin tinggi persentase kadar dari retarder *plastiment P-121 R* berpengaruh terhadap semakin lamanya durasi waktu ikat beton geopolimer.

Kata kunci : beton geopolimer, retarder, waktu ikat, *fly ash*

ABSTRACT

As one of the developing countries, Indonesia's population is growing rapidly. As the population increases, the need for facilities and supplies in Indonesia is increasing, especially in construction such as buildings, roads, and bridges. Concrete is a building material that is widely used in Indonesia. Increasing use of portland cement in infrastructure development has a negative impact on the environment. Geopolymer concrete is a mixture that does not use cement and uses bonding materials such as *fly ash*. Geopolymer concrete has the disadvantage of hardening quickly. This research adds admixture to slow down concrete hardening. As alkali, sodium hydroxide and sodium silicate are used in the manufacture of geopolymer concrete. The number of NaOH molarities used is 8M, and the alkaline ratio between NaOH and Na₂SiO₃ is 1:2.5. The effect of the retarder type (Merk *plastiment P-121R*) on the binding time of geopolymer concrete is the purpose of this research. The study uses F-type *fly ash* and uses the addition rate of P-121 R plastics of 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% of the weight of *fly ash*. The test method was carried out by measuring the setting time of geopolymer concrete using *vicat apparatus* based on ASTM C403/C403M. The results obtained from the use of F-type *fly ash* with a molarity of 8M in this study showed that in the test the fastest initial binding time was at 8 hours 43 minutes at 1% concentration and the longest 10 hours 18 minutes at 2% concentration while the test's fastest ending binding time was at 12 hours 12 minutes at a concentration of 0.5% and the longer 15 hours 17 minutes. In the adhesion time test, the increasing/higher percentage rate of the retarder *plastiment P-121 R* has an influence on the longer duration of the geopolymer concrete.

Keywords : geopolymer concrete, retarder, setting time, *fly ash*

A. PENDAHULUAN

Penggunaan semen portland yang semakin meningkat dalam pembangunan infrastruktur menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan. Proses produksi semen portland menghasilkan emisi karbon dioksida (CO_2) yang berkontribusi pada pemanasan global. Setiap satu ton klinker semen portland menghasilkan sekitar satu ton CO_2 (Davidovits, 1994). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam menjaga keseimbangan antara pembangunan dan kerusakan lingkungan. Salah satu contohnya adalah penggunaan beton geopolimer.

Beton geopolimer adalah jenis beton yang tidak dicampur semen dan dianggap sebagai bahan *green building*. Pengganti semen yang digunakan adalah bahan-bahan yang memiliki kandungan senyawa yang sama dengan semen; salah satunya adalah *fly ash*. Solusi yang terdiri dari sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3) digunakan untuk mengaktifkan silika dan aluminium yang terdapat di *fly ash*. Dengan 8 juta ton limbah *fly ash* per tahun dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), beton geopolimer adalah alternatif yang bagus untuk dimanfaatkan (Irlan, 2020). Karena waktu pengerasan yang sangat singkat, beton geopolimer membutuhkan waktu pengolahan yang lebih sedikit daripada beton biasa yang dibuat dengan semen portland (Risdanareni et al., 2015). Pada saat ini, belum ada standar waktu ikat resmi yang dapat digunakan sebagai acuan untuk beton geopolimer. Menurut (Davidovits, 2021) salah satu faktor yang mempengaruhi masalah dalam aplikasi beton geopolimer adalah waktu ikat (*setting time*). Berdasarkan *fly ash* dan alkali *activator*, beton geopolimer waktu ikat lebih cepat daripada beton biasa, sehingga perlu *admixture* untuk mengatasi waktu ikat pada beton geopolimer. *Admixture* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *retarder* (merk *plastiment P-121 R*) adalah salah satu cara untuk memperlambat waktu ikat.

B. STUDI PUSTAKA

B.1 Beton Geopolimer

Beton geopolimer adalah jenis bahan konstruksi yang tidak menggunakan semen portland sebagai penyusun utamanya.

Pembentukan material dapat dicapai melalui aktivasi alkali oleh *fly ash*, yang terdiri dari komponen silika dan aluminium. Proses polimerisasi memerlukan reaksi kimia cepat antara alkali dan SiO_2 , menghasilkan pembentukan struktur $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ (Davidovits, 1999).

B.2 Fly Ash

Abu terbang (*fly ash*) merupakan limbah yang dihasilkan dari tungku pembakaran batu bara di pembangkit listrik. *Fly ash* terdiri dari partikel pozzolan halus yang terdiri dari silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3). (SNI 2460:2014, 2014) mendefinisikan *fly ash* sebagai sisa udara panas yang tertinggal setelah batubara dibakar atau dihaluskan.

Berdasarkan klasifikasi *fly ash* dalam penelitian ini digunakan berbahan *fly ash* tipe F.

B.3 Alkali Activator

Larutan alkali dibuat dari campuran antara NaOH dan Na_2SiO_3 . Dimana NaOH dapat digunakan untuk mempercepat prosedur polimerisasi, sedangkan Na_2SiO_3 dapat digunakan untuk memperkuat ikatan antara komponen silikon (SiO) dan aluminium (Al) beton geopolimer (Anggriawan et al., 2015). Perbandingan larutan NaOH dan Na_2SiO_3 yang digunakan sebesar 1:2,5 dari berat air. Molaritas yang digunakan 8M. larutan disiapkan terpisah dan dibiarkan selama 24 jam sebelum dicampur.

B.4 Retarder

Retarder (retarding admixtures) adalah bahan kimia untuk memperlambat waktu pengikatan (*setting time*) sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan untuk waktu yang lebih lama (ASTM C494/C494M-17, 2020). *retarder* memperlambat reaksi hidrasi awal dengan membungkus butir semen dengan OH. Ini mengubah senyawa residu yang dihasilkan dari reaksi hidrasi semen, Ca(OH)_2 , atau kalsium hidroksida, menjadi OH dan garam kalsium. Ini dilakukan untuk memperlambat waktu ikat awal. Terbentuknya garam kalium dalam air

menyebabkan penurunan konsentrasi ion kalium. Selain itu, selama fase hidrasi, proses kristalisasi diperlambat (Annisa Sabrina, 2017).

B.5 Waktu Ikat Beton

Waktu pengikatan beton didefinisikan sebagai jumlah waktu yang dibutuhkan untuk beton menjadi plastis saat mudah dibentuk dan diproses sampai menjadi plastis. Waktu pengikatan untuk beton yang menggunakan bahan tambah berbeda-beda. Pengujian dilakukan pada adukan spesi beton yang dibuat dari contoh adukan yang sudah di ayak. Campuran beton yang sudah tersaring terdiri dari campuran pasir dan semen yang dicetak dalam sampel. Dinding cetakan menghambat adukan bergerak ke sisi dan memberikan beban vertikal pada permukaannya. Uji waktu pengikatan beton bertujuan untuk menentukan waktu ikat awal sampai waktu ikat akhir dari beton. Berdasarkan (ASTM C403/C403M, 2012) pada pengujian ketahanan penetrasi bahwa untuk mencapai waktu ikat awal dibutuhkan tekanan penetrasi sebesar 500 Psi dan untuk mencapai waktu ikat akhir dibutuhkan tekanan penetrasi sebesar 4000 Psi.

Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung besarnya tegangan permukaan:

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

keterangan :

σ = Tegangan permukaan (Psi)

P = Gaya aksial sentris (lb)

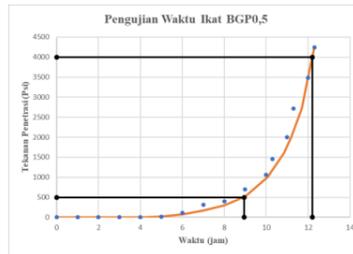
F = Luas permukaan ujung penetrometer (in²)

C. METODE

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan digunakan untuk membuat rencana campuran sesuai dengan (SNI 03-6468-2000, 2000), dan pengujian penetrasi (waktu ikat beton) sesuai dengan SNI (ASTM C403/C403M, 2012).

D. HASIL PEMBAHASAN

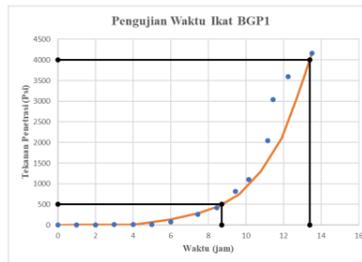
D.1 Waktu Pengikatan BGP0,5



Gambar 1 Grafik Waktu Ikat BGP0,5

Gambar 1 menggambarkan hasil uji data waktu ikatan dengan ketahanan penetrasi beton geopolimer 8M, menunjukkan bahwa waktu ikatan awal tekanan penetrasi 500 Psi terjadi pada waktu 8 jam 57 menit, sedangkan waktu ikatan akhir tekanan penetrasi 4000 Psi terjadi pada waktu 12 jam 12 menit.

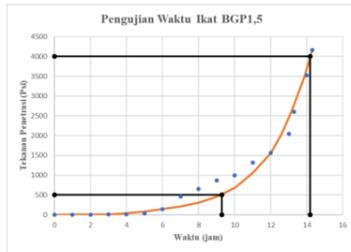
D.2 Waktu Pengikatan BGP1



Gambar 2 Grafik Waktu Ikat BGP1

Gambar 2 menggambarkan hasil uji data waktu ikatan dengan ketahanan penetrasi beton geopolimer 8M, menunjukkan bahwa waktu ikatan awal tekanan penetrasi 500 Psi terjadi pada waktu 8 jam 43 menit, sedangkan waktu ikatan akhir tekanan penetrasi 4000 Psi terjadi pada waktu 13 jam 23 menit.

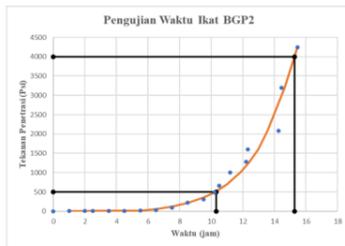
D.3 Waktu Pengikatan BGP1,5



Gambar 3 Waktu Ikut BGP1,5

Gambar 3 menggambarkan hasil uji data waktu ikutan dengan ketahanan penetrasi beton geopolimer 8M, menunjukkan bahwa waktu ikutan awal tekanan penetrasi 500 Psi terjadi pada waktu 9 jam 15 menit, sedangkan waktu ikutan akhir tekanan penetrasi 4000 Psi terjadi pada waktu 12 jam 12 menit.

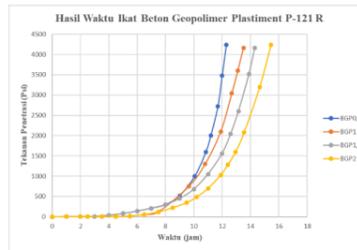
D.4 Waktu Pengikatan BGP2



Gambar 4 Grafik Waktu Ikut BGP2

Gambar 1 menggambarkan hasil uji data waktu ikutan dengan ketahanan penetrasi beton geopolimer 8M, menunjukkan bahwa waktu ikutan awal tekanan penetrasi 500 Psi terjadi pada waktu 10 jam 18 menit, sedangkan waktu ikutan akhir tekanan penetrasi 4000 Psi terjadi pada waktu 15 jam 17 menit.

D.5 Perbandingan Waktu Ikut Beton Geopolimer Plastiment P-121 R



Gambar 5 Grafik Perbandingan Waktu Ikut Beton Geopolimer

Keterangan:

- BGP0,5 : Beton Geopolimer Platisment P-121 R 0,5%
- BGP1 : Beton Geopolimer Platisment P-121 R 1%
- BGP1,5 : Beton Geopolimer Platisment P-121 R 1,5%
- BGP2 : Beton Geopolimer Platisment P-121 R 2%

Grafik diatas menunjukkan perbandingan waktu pengikatan adukan beton geopolimer yang menggunakan bahan tambah *retarder* dengan kadar 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%. Grafik ini dapat menunjukkan adanya perbedaan waktu pengikatan beton. Dari data yang digunakan dalam grafik tersebut waktu pengikatan awal beton yang tercepat terdapat pada beton geopolimer *retarder platisment* P-121R 1% dengan waktu 8 jam 43 menit dan waktu terlama pada beton geopolimer dengan *retarder platisment* P-121R 2% dengan waktu 10 jam 18 menit, sedangkan pada waktu ikutan akhir beton tercepat pada beton geopolimer *retarder platisment* P-121R 0,5% dengan waktu 12 jam 13 menit dan waktu terlama pada beton geopolimer dengan *retarder platisment* P-121R 2% dengan waktu 15 jam 17 menit. Menurut grafik, waktu ikat beton geopolimer menjadi lebih lama jika persentase bahan penambahan *retarder* yang ditambahkan ke campuran beton lebih tinggi.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penelitian maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu ikat beton akhir paling cepat adalah beton geopolimer dengan *persentase* 0,5% dengan waktu akhir beton selama 12 jam 13 menit, sedangkan beton geopolimer dengan waktu ikat akhir beton paling lama adalah beton geopolimer dengan *persentase* 2% dengan waktu akhir beton selama 15 jam 17 menit.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase retarder (merk plastiment P-121R) mempengaruhi durasi ikat beton geopolimer.

REFERENSI

- Anggriawan, A., Saputra, E., & Olivia, M. (2015). Penyisihan Kadar Logam Fe Dan Mn Pada Air Gambut Dengan Pemanfaatan Geopolimer Dari Kaolin Sebagai Adsorben. *Jom FTEKNIK*, 2.
- Annisa Sabrina, N. (2017). Kajian Pengaruh Variasi Penambah Bahan Retarder terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi.
- ASTM C403/C403M. (2012). Metode Uji Waktu Pengikatan Campuran dengan Ketahanan Penetrasi (ASTM C403/C403M-08, IDT). www.bsn.go.id
- ASTM C494/C494M-17. (2020). Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete.
- Davidovits. (1999). Method For Bonding Fiber Reinforcement On Concrete And Steel Structures And Resultant Products Field Of The Invention.
- Davidovits, J. (1994). Global Warming Impact on the Cement and Aggregates Industries Davidovits-1. www.geopolymer.org
- Davidovits, J. (2021). Geopolymer : chemistry and applications (D. Joseph, Ed.; 5th ed.).
- Irlan, A. O. (2020). Tinjauan Karakteristik Bahan Penyusun Beton Berpori dengan Penggunaan Flyash dan Superplasticizer untuk Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan. *Kilat*, 9(2), 244–256.
- Risdanareni, P., Ekaputri, J. J., & Al Bakri Abdullah, M. M. (2015). Effect of Alkaline Activator Ratio to Mechanical Properties of Geopolymer Concrete with Trass as Filler. *Applied Mechanics and Materials*, 754–755, 406–412.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/am.754-755.406>
- SNI 03-6468-2000. (2000). Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang.
- SNI 2460:2014. (2014). Spesifikasi Abu Terbang Batubara dan Pozolan Alam Mentah atau yang Telah Diklaasifikasi untuk digunakan dalam Beton.

17772-Agus_Indra_Yahya_T.Oinan.pdf

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	vdocuments.site Internet Source	2%
2	repository.trisakti.ac.id Internet Source	2%
3	konteks.web.id Internet Source	1%
4	www.scribd.com Internet Source	1%
5	sisformik.atim.ac.id Internet Source	1%
6	garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	1%
7	pdfcoffee.com Internet Source	1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 17 words

Exclude bibliography On