

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah suatu hasil pencampuran dari semen, air, agregat halus dan agregat kasar. Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan, yang berfungsi sebagai bahan pengisi dan campuran mortar atau beton. Agregat disebut kasar apabila ukurannya melebihi 5 mm. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton, keras dan daya tahannya disintegrasi beton. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan pasta semen. Beberapa peneliti telah melakukan pengujian yang secara khusus dapat meningkatkan kuat tekan beton berbanding beton normal, seperti yang dilakukan dengan penambahan polimer untuk meningkatkan kuat tekan beton. (Fahrizal Zulkarnain, 2021).

Geopolimer adalah material yang terbentuk dari reaksi kimia antara aminosilikat dengan *alkali activator*, menghasilkan polimer anorganik yang kuat dan tahan lama. Mortar geopolimer berbahan dasar abu terbang (*fly ash*) dapat menjadi alternatif pengganti semen dalam konstruksi, sehingga lebih ramah lingkungan. Proses polimerisasi pada geopolimer dipengaruhi oleh suhu dan durasi perawatan, yang dapat meningkatkan kuat tekan mortar geopolimer.

Penggunaan beton dan mortar yang semakin meningkat menuntut kekuatan material tersebut dalam serangan terhadap suhu tinggi. Tidak seperti kayu yang mudah terbakar pada suhu tertentu, beton dan mortar mampu menahan suhu tinggi, namun tetap mengalami penurunan kekuatan. Semakin tinggi suhu pada beton dan mortar melemahkan kinerja serta meningkatkan resiko kerusakan material tersebut. Kenaikan suhu akibat terpapar api, tungku bakar dan *reactor* pembangkit nuklir mengurangi keawetan dan masa layan sehingga memperbesar resiko kegagalan struktur yang tidak diharapkan.

Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai kuat tekan optimum mortar PCC dan mortar *geopolimer* POFA berdasarkan variasi waktu paparan 1,3,5 jam dengan suhu tinggi 300 C.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam tentang kelebihan dan kekurangan masing-masing jenis mortar. Dengan menganalisis nilai kuat tekannya, serta mengetahui perbandingan nilai kuat tekan yang dihasilkan pada masing-masing jenis mortar.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah nilai kuat tekan mortar geopolimer dan mortar PCC pada suhu 300 derajat C pada paparan 1,3 dan 5 jam pada umur 28 dan 56 hari?
2. Bagaimana perbandingan pengaruh antara mortar PCC dan mortar geopolimer dengan umur perawatan 28 hari dan 56 hari terhadap variasi paparan waktu 1,3,5 jam dengan suhu 300 derajat C?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini:

1. Untuk mengetahui kuat tekan mortar umur 28 hari dan 56 yang terjadi pada mortar terhadap variasi paparan waktu 1,3,5 jam dengan suhu 300 derajat C.
2. Untuk mengetahui perbandingan pengaruh antara mortar PCC dan mortar geopolimer terhadap variasi paparan waktu 1,3,5 jam dengan suhu 300 derajat C.

1.4 Manfaat dari Penelitian ini:

1. Dapat mengetahui kuat tekan yang terjadi pada mortar dengan umur 28 hari dan 56 hari terhadap variasi paparan waktu 1,3,5 jam dengan suhu 300 derajat C.
2. Dapat mengetahui perbandingan pengaruh antara mortar PCC dan mortar geopolymer setelah umur 28 hari dan 56 hari terhadap variasi paparan waktu 1,3,5 jam dengan suhu 300 derajat C.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian ini meliputi :

1. Penelitian ini hanya fokus pada nilai kuat tekan pada mortar PCC dan mortar geopolimer POFA.
2. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm.
3. Pengujian lama paparan suhu menggunakan oven furnace (TANUR).
4. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur 28 hari dan 56 hari dengan variasi paparan waktu 1,3,5 jam.

BAB II

TIJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa contoh penelitian terlebih dahulu yang juga melakukan penelitian tentang “Pengaruh Paparan Suhu Tinggi Terhadap Nilai Kuat Tekan Mortar PCC Dan Mortar Geopolimer Abu Sawit” tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Sultan dkk., (2025) dengan judul “Pengaruh *Moralitas Natrium Hidroksida* Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Mortar Ringan Geopolimer”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dapat disimpulkan bahwa: “Para peneliti telah mengusulkan alternatif material ramah lingkungan sebagai bahan pengikat untuk mengatasi masalah penggunaan semen Portland. Bahan pengikat non-semen yang berasal dari sumber aluminosilikat padat yang mengandung silika, alumina, dan kalsium oksida dapat dicampur dengan alkali hidroksida/alkali silikat untuk menghasilkan bahan geopolimer. Geopolimer adalah senyawa aluminosilikat dengan struktur amorf tiga dimensi. Prekursor aluminosilikat merupakan unsur penting dalam geopolimer. Prekursor yang umum digunakan dalam geopolimer biasanya terdiri dari silikat dan aluminat dalam proporsi tinggi, yang akan larut dengan adanya media basa atau asam, yang mengarah pada pembentukan gel yang kuat. Sumber aluminosilikat industri, seperti metakaolin, abu terbang, abu ampas tebu, terak, dan abu terbang kayu karet, dapat digunakan sebagai bahan sumber untuk menghasilkan sifat geopolimer yang sangat baik”.
2. Wibowo dkk., (2024) dengan judul “Peningkatan Kuat Tekan Pada Beton Geopolimer Akibat Metode Perawatan Dipanaskan”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dapat disimpulkan bahwa: “Penelitian ini untuk melihat dampak dari penambahan abu hasil pembakaran limbah ke dalam beton geopolimer telah dilakukan. Fernando (2018) menggunakan limbah berupa sekam padi yang dibakar menjadi abu, kemudian ditambahkan ke dalam abu terbang untuk membuat beton geopolimer. Penambahan abu sekam padi sebanyak 5% meningkatkan kuat

tekan menjadi 49,64 MPa atau sebesar 5,42% dibanding beton geopolimer tanpa abu sekam padi yang memiliki kuat tekan 47,09 MPa. Penambahan sebanyak 10% meningkatkan kuat tekan menjadi 50,59 MPa atau 7,43%. Penelitian lain yang dilakukan Alfi (2017) dengan cara menambahkan abu ampas tebu. Penambahan sebanyak 20% tidak merubah kuat tekan secara signifikan, tetapi dapat memperpanjang durasi setting time”.

3. Alahmari dkk., (2023) dengan judul “Tinjauan Perkembangan Terkini Mengenai Ketahanan Kinerja Beton Geopolimer Ramah Lingkungan”. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :“Peningkatan permintaan ini telah mengakibatkan harga bahan-bahan tersebut lebih tinggi dan juga memberikan beban yang cukup besar pada sumber daya lingkungan, sehingga mendorong pencarian alternatif yang ramah lingkungan dan layak secara ekonomi seperti bahan geopolimer untuk menggantikan bahan tradisional seperti semen. Manfaat bahan geopolimer sebagai pengganti semen dalam beton melampaui daya tahannya yang luar biasa. Awalnya, geopolimer diperkenalkan untuk mengatasi dampak lingkungan yang timbul dari emisi karbon dioksida dan konsumsi bahan bakar fosil yang besar melalui produksi semen. Tinjauan ini menyelidiki kemajuan terkini mengenai karakteristik daya tahan bahan geopolimer. Ini mencakup aspek-aspek seperti penyerapan air, ketahanan suhu, ketahanan asam sulfat, ketahanan sulfat, penetrasi ion klorida, dan ketahanan terhadap pembekuan-pencairan, antara lain. Hasil tinjauan ini menyoroti peningkatan daya tahan beton geopolimer dibandingkan beton berbasis semen tradisional. Selain itu, ulasan ini menawarkan rekomendasi dan menguraikan potensi jalur penelitian untuk eksplorasi lebih lanjut tentang beton geopolimer”.
4. Pratamaa dkk., (2023) dengan judul “Pengaruh Perawatan Mortar Menggunakan Air Gambut Terhadap Kuat Tekan Mortar”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dapat disimpulkan bahwa: “Handayani, N. (2018) melakukan penelitian terhadap beton dengan perendaman dalam air gambut yaitu dengan cara membuat sampel beton K-250 sebanyak 27 buah yang tiap 3 sampel akan dilakukan perendaman pada air gambut, air sungai Kahayan dan air ledeng selama satu bulan, dua

Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved
JURNAL SAINSTEK STT PEKANBARU - VOL. 11 NO. 2 (2023) bulan
dan tiga bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton yang direndam
air gambut mengalami penurunan paling besar bila dibandingkan dengan
beton yang direndam air sungai Kahayan dan air ledeng, yaitu sebesar
8,798% dari kuat tekan beton rencana sebesar 250 kg/cm². Sedangkan beton
dengan rendaman air sungai mengalami penurunan sebesar 5,882% dan
beton dengan rendaman air ledeng 2,966% dari kuat tekan beton rencana
sebesar 250 kg/cm²”.

5. Soamole dkk., (2022) dengan judul “Efek Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Dengan Penambahan Fly Ash”. “Beberapa peneliti telah mengaplikasikan penggunaan fly ash sebagai bahan perekat menggantikan semen secara parsial, konsentrasi 30% sebagai pengganti semen memberikan kekuatan optimum sebagai bahan perekat bata ringan (Karijanto et al., 2013). Mortar yang dalam prosesnya menggunakan fly ash PLTU Amurang sebagai pengganti sebagian semen sebagai bahan pengikat menghasilkan mortar dengan kuat tekan optimum pada kadar 15% (Wenno et al., 2014), selain mortar dan bata fly ash juga digunakan pada proses pembuatan paving block, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan fly ash pada campuran paving block mampu menaikkan kuat tekan dan menurunkan porositas paving block tersebut (Nurzal & Mahmud, 2013). Perawatan mortar dengan metode pemanasan akan membantu polimerisasi pada pasta geopolimer (Yuwono & Wardhono, 2017). Lama perawatan beton geopolimer yang berbahan dasar fly ash dengan pemanasan menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 56,154 MPa dengan kepekatan 12 M dan 14 M dengan lama pemanasan 7 jam 12 menit pada suhu 60°C. Pemanasan pada mortar dengan bahan perekat fly ash menghasilkan kuat lentur secara umum cenderung semakin meningkat seiring dengan lama perawatan oven (Khoiriyah & Maisytoh, 2016)”.
6. Taswin dkk., (2021) dengan judul “Pengaruh Ponsentrasi Rasio NaOH Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Cangkang Sawit” Jenis penelitian ini yaitu penelitian ekperimental dan didapat kesimpulan :

“Berdasarkan sifat dan kandungan dari abu cangkang sawit maka di kembangkanlah alternatif beton geopolimer sebagai pengganti semen, selain ramah lingkungan abu cangkang sawit juga lebih ekonomis dari segi biaya karena memanfaatkan limbah dari sisa abu cangkang sawit. Dengan memanfaatkan material alami yang tinggi dari abu cangkang sawit sebagai prekursor. Bahan tersebut tidak mempunyai kemampuan mengikat seperti semen. Namun dengan menambahkan aktivator larutan NaOH dan (Na_2SiO_3) bahan tersebut bereaksi secara kimia dan membentuk ikatan polimer sehingga bahan tersebut dapat mengikat. Namun sampai saat ini belum ditemukan mix design komposisi yang optimal sehingga dapat memperoleh kuat tekan beton geopolimer yang tinggi. Jadi, oleh karena itu dilakukan studi literatur mengenai beton geopolimer dengan mengetahui pengaruh jenis prekursor yang digunakan (Islami et al., 2015)”

7. Bangun dkk., (2021) dengan judul “Pengaruh Variasi Molar Pada Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash PLTU Pangkalan Susu”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dapat disimpulkan bahwa ; “Beberapa penelitian terdahulu menggunakan material dasar berupa fly ash, baik sebagai fasa pasta, mortar maupun beton menunjukkan performa yang baik dalam menghasilkan beton geopolimer (Simatupang. P.H, 2013, Sujatha T, 2012, Rangan 2010, Sumajouw 2007, Hardjito 2005). Bahkan sebagian besar penelitian mengenai beton geopolimer yang terbaru menggunakan material dasar fly ash. Hal ini cenderung dikarenakan isu pemanfaatan limbah buangan industry untuk menciptakan infrastruktur yang ramah lingkungan. Demikian juga dalam penelitian ini akan menggunakan bahan dasar yang sama. Sifat geopolimer dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti alkali aktivator, temperatur, waktu perawatan, dan perbandingan alkali aktivator dengan bahan dasar geopolimer (Astuti, 2013). Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian kuat tekan mortar geopolimer berbahan dasar fly ash PLTU Pangkalan Susu dengan variasi molar dan perawatan untuk mendapatkan kuat tekan optimum mortar geopolimer yang mampu dihasilkan dapat diketahui apakah memungkinkan untuk diaplikasikan sebagai bahan beton ramah lingkungan”.

8. Salwan dkk., (2021) dengan judul “Analisa Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbasis Fly Ash Nagan Raya Dengan Metode Dry Mix”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dapat disimpulkan bahwa: “Pengujian kuat tekan mortar dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur sampai didapat nilai tegangan maksimum. Benda uji yang dipakai adalah kubus dengan ukuran sisinya 50 mm x 50 mm x 50 mm. Pada penelitian ini menggunakan variasi rasio alkali aktivator kering yang terdiri dari sodium hidroksida (NaOH) padat dan sodium silikat (Na_2SiO_3) pad rata-rata (MPa) yang digunakan adalah 1:2,5, 1:3, 1:3,5, 1:4, dan 1:4,5, hal ini bertujuan adalah untuk mendapatkan hasil kuat tekan maksimum. Berdasarkan hasil kuat tekan penambahan komposisi sodium silikat tidak selalu menambah kuat tekan dari mortar. Hal tersebut terlihat pada kondisi 1:2,5 dan 1:3 kuat tekan mortar mengalami peningkatan hanya sedikit dari variabel sebelumnya. Kuat tekan tertinggi terjadi pada kondisi NaOH padat : Na_2SiO_3 padat 1:4,5, dan kuat tekan terlemah terjadi pada kondisi NaOH padat : Na_2SiO_3 padat 1:2,5”.
9. Kurniawan & Mokhtar, (2021) dengan judul “Pengaruh Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dapat disimpulkan bahwa: “hasil pengujian kuat tekan dari mortar geopolimer 12 M dan 14 M dalam 28 hari. Kali ini didapatkan nilai kuat tekan paling rendah terdapat pada mortar 14 M dengan variasi lama pemanasan 18 jam dengan suhu 60°C yaitu sebesar 45,66 MPa. Berbeda dengan hari pengujian sebelumnya nilai kuat tekan paling tinggi didapatkan pada mortar 14 M dengan variasi lama pemanasan 3 jam dengan suhu 60°C yakni sebesar 63,66 MPa. V - 17 Seminar Keinsinyuran 2021 eISSN (Online) 2797-1775 Dapat dilihat pada mortar geopolymer 12M pada usia 28 hari ini nilai kuat tekan terendah terdapat pada variasi pemanasan 3 jam 60°C yaitu sebesar 52,41 MPa dan nilai kuat tekan tertinggi berada pada variasi lama pemanasan 24 jam 60°C yaitu sebesar 59,86 MPa. Pada mortar geopolymer dengan kepekatan 12 M di usia 28 hari ini semakin lama pemanasan yang diberikan maka semakin meningkat kekuatan yang

dihasilkan, dan juga penambahan kekuatan yang dihasilkan cenderung stabil”.

10. Rizaldi dkk., (2020) dengan judul “Studi Parametrik Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Terbang Parametric Study of Compressive Strength Fly Ash Geopolololymer Mortar”. Penelitian ini menggunakan metode studi parametrik dengan tiga parameter yang dapat disimpulkan bahwa: “Hasil pengujian kuat tekan mortar geopolimer abu terbang dengan parameter NaOH terlihat pada Gambar 5, yakni kuat tekan semakin naik dari molaritas rendah hingga 12M. Sampel NaOH 14-16 M mengalami penurunan kuat tekan dan diperkirakan semakin banyak kandungan penggunaan NaOH mencapai optimum kuat tekan mortar pada 12M, dengan nilai 11,2 MPa. Sampel tersebut selaras dengan visualnya Gambar 4, yang cenderung lebih cerah dibandingkan yang lain. Nilai kuat tekan terendah terjadi pada sampel NaOH 16M yakni 0,8 MPa, 1,2 MPa dan 2 MPa sesuai umur pengujian.”.

2.2 Keaslian Penelitian

Dari segi keaslian penelitian sebelumnya yang di jadikan perbandingan pada penelitian antara lain:

1. Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.

2. Pengambilan sampel abu boiler di PT. Rambah Sawit Mandiri Rokan Hulu.
3. Penggunaan semen PCC tipe 1 yaitu Semen padang (PT. Semen Padang) didapatkan melalui toko bangunan sekitar.
4. Rentang waktu perawatan benda uji pada penelitian ini selama 28 dan 56 hari.
5. Penelitian ini menggunakan alat pengujian *Compression Test Machine*.
6. Menggunakan substitusi POFA sebanyak 80% sebagai pengganti semen PCC.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Mortar

Mortar merupakan campuran dari semen, pasir, dan air yang banyak dipakai untuk pasangan bata, keramik, plesteran dan lain-lain. Bahan berbasis semen hidrolik memerlukan perawatan (curing) agar keberlangsungan proses

hidrasi terjaga. Perawatan sampel mortar dilakukan dengan cara merendam dalam air. Pengertian mortar menurut (SNI 03-6825-2002) adalah campuran antara pasir, air, dan semen portland dengan komposisi tertentu. Sebagai bahan pengikat, mortar harus mempunyai kekentalan standar. Kekentalan standar mortar ini nantinya akan berguna dalam menentukan kekuatan mortar yang menjadi plasteran dinding, sehingga diharapkan mortar yang menahan gaya tekan akibat beban yang bekerja padanya tidak hancur (Mulyono, T. 2004).

Fungsi utama mortar adalah menambah lekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun suatu konstruksi. Mortar mempunyai nilai penyusutan yang relatif kecil. Mortar harus tahan terhadap penyerapan air serta kekuatan gesernya dapat memikul gaya-gaya yang bekerja pada mortar tersebut. Jika penyerapan air pada mortar terlalu besar/cepat, maka mortar akan mengeras dengan cepat dan kehilangan ikatan adhesinya.

3.2 Jenis - Jenis Mortar

Mortar dalam konstruksi terdiri dari berbagai jenis yang dibedakan berdasarkan bahan pengikat dan tujuan penggunaannya. Setiap jenis memiliki karakteristik kekuatan, dan durabilitas yang berbeda sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi. Mortar semen banyak digunakan pada pekerjaan pasangan dan plesteran karena memiliki kekuatannya tinggi, sementara itu inovasi terbaru seperti geopolimer turut dikembangkan untuk memenuhi tuntutan konstruksi modern yang memerlukan ketahanan tinggi dan keberlanjutan material (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

3.2.1 Mortar PCC (Portland Composite Cement)

Mortar PCC (*Portland Composite Cement*) merupakan jenis mortar yang menggunakan semen *Portland* komposit sebagai bahan pengikat utama. PCC memberikan keunggulan berupa kemudahan dalam pengerjaan, ketahanan terhadap retak susut, dan durabilitas yang lebih baik melalui reaksi pozzolanik yang membantu membentuk struktur mikro yang lebih padat. Mortar PCC umum digunakan pada pekerjaan pasangan, plesteran, dan acian karena menghasilkan daya ikat yang stabil serta permukaan akhir yang halus (Badan Standardisasi Nasional, 2011).

3.2.2 Bahan Penyusun Mortar PCC (*Portland Composite Cement*)

Bahan yang digunakan dalam komposisi Mortar PCC (Portland Composite Cement) pada penelitian ini meliputi:

1. Semen PCC (*Portland Composite Cement*)

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen portland adalah kapur (CaO) sekitar 60% - 65%, silika (SiO₂) sekitar 20% - 25%, dan oksida besi serta alumina (Fe₂O₃ dan Al₂O₃) sekitar 7% - 12% (ASTM C150, 2007)

Semen Portland Komposit (PCC) adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (blast furnace slag), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen portland komposit berdasarkan (SNI 15-7064, 2004)

2. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus yang biasa dikenal sebagai pasir merupakan butiran yang lolos ayakan berlubang 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976) (Tri Mulyono, 2005). Pasir merupakan bahan pengisi/penyusun utama dalam mortar. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran mortar (SNI 03-2847-2002). Agregat terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan (Dipohusodo, 1999).

3. Air

Air pada campuran mortar berfungsi agar semen dapat bereaksi menjadi pasta yang mengikat agregat dan selanjutnya mengeras secara bertahap. Selain itu berfungsi juga untuk memberikan tingkat kekentalan tertentu pada mortar. Dalam pemakaiannya air harus diberikan secara tepat, jika terlalu sedikit maka adukan mortar akan sulit untuk dikerjakan. Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum.

3.2.3 Mortar Geopolimer

Mortar geopolimer adalah mortar yang menggunakan bahan geopolimer sebagai bahan pengganti semen. Geopolimer pertama kali diperkenalkan oleh Davidovits pada tahun 1978. Geopolimer dapat didefinisikan sebagai material yang dihasilkan dari geosintesis aluminosilikat polimerik dan alkali silikat yang menghasilkan kerangka polimer SiO_4 dan AlO_4 yang terikat secara tetrahedral (Davidovits, 2008). Geopolimer terbentuk dari bahan baku yang banyak mengandung unsur silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3). Geopolimer dapat dikatakan ramah lingkungan karena menggunakan bahan-bahan yang berasal dari limbah industri dan proses pembuatannya tidak memerlukan energi yang banyak, tidak seperti semen yang pembuatannya memerlukan proses pembakaran hingga suhu 800°C .

3.2.4 Bahan Penyusun Mortar Geopolimer

Bahan yang digunakan dalam komposisi Mortar Geopolimer pada penelitian ini meliputi:

1. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus atau pasir merupakan komponen terbesar dalam mortar dan berfungsi sebagai pengisi yang memberikan volume, mengurangi penyusutan, dan meningkatkan stabilitas campuran. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir lolos saringan 8 dengan ukuran butiran 2,38 mm.

2. Abu Sawit (*Palm Oil Fuel Ash*)

Abu Sawit atau *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) merupakan residu yang dihasilkan dari proses pembakaran pada tungku atau boiler industri kelapa sawit. POFA berbentuk serbuk halus berwarna abu-abu kehitaman, dengan kandungan kimia dominan berupa silika amorf (SiO_2), dan alumina (Al_2O_3). Kandungan senyawa silika yang tinggi menjadikan POFA berpotensi sebagai bahan pozzolan dalam campuran mortar dan beton, karena dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida untuk membentuk kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang meningkatkan kekuatan material (Abdullah, M. A., & Hussin, M. W. (2005).

3. Larutan Alkali

Larutan Alkali merupakan kelompok senyawa kimia yang memiliki sifat basa, yang dipakai pada campuran. Larutan alkali yang digunakan dalam geopolimerisasi pada penelitian ini adalah kombinasi dari Sodium Hidroksida (NaOH), Natrium Silikat (Na_2SiO_3) dan Superplastisizer. Larutan ini berperan penting dalam pembentukan gel pengikat baru yang memberikan kekuatan pada mortar atau beton berbasis geopolimer.

Campuran Larutan Alkali pada penelitian ini meliputi:

1. NaOH (Natrium Hidroksida)

Natrium hidroksida (NaOH) adalah senyawa kimia berbentuk basa kuat dalam bentuk padatan putih dan sangat mudah larut dalam air. Larutan NaOH memiliki sifat korosif dan bereaksi menghasilkan panas ketika dilarutkan yang berfungsi sebagai aktivator alkali untuk melarutkan komponen silika dan alumina dari material abu sawit sehingga memicu proses polimerisasi yang menghasilkan gel pengikat N-A-S-H sebagai struktur penguat mortar (Davidovits, 2015).

2. Na_2SiO_3 (Natrium Silikat)

Natrium silikat (Na_2SiO_3) adalah senyawa anorganik berbentuk larutan kental atau padatan glasial. Dalam geopolimer, Na_2SiO_3 digunakan sebagai aktivator alkali yang bekerja bersama NaOH untuk mempercepat pelarutan dan polimerisasi komponen silika dan alumina dari material pozzolan pada abu sawit.

3. *Superplastisizer*

Superplastisizer merupakan bahan tambahan kimia yang dapat mengurangi air dan meningkatkan kemudahan pekerjaan (*workability*.) *Superplastisizer* yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *Sikament-NN* yang digunakan sekitar 1%-2% dari berat binder.

4. Semen PCC (*Portland Composite Cement*)

Pada penelitian ini menggunakan jenis PCC tipe I varian semen padang produksi PT. Semen Padang, sebagai salah satu produsen semen tertua di Indonesia sering menjadi pilihan utama dalam pembuatan mortar PCC karena kualitasnya yang konsisten dan formulasi komposisi bahan baku yang sesuai dengan standar nasional. Semen Padang PCC mengandung campuran *clinker*, gypsum, dan bahan pozzolan alami seperti *fly ash*, yang memberikan keseimbangan antara kekuatan awal dan kekuatan jangka panjang. Kandungan pozzolan ini berperan penting dalam mengurangi panas hidrasi, meningkatkan ketahanan terhadap sulfat, serta memperbaiki densitas mikrostruktur mortar. Pemilihan produk semen ini didasari oleh ketersediaan yang luas di pasaran, reputasi mutu yang terjamin oleh sertifikasi SNI dan ISO, serta performa lapangan yang telah terbukti dalam berbagai proyek konstruksi nasional.

3.3 Waktu Perawatan

Waktu perawatan berpengaruh terhadap kuat tekan yang di hasilkan semakin lama perawatan maka kuat tekan semakin tinggi. Pada penelitian ini menggunakan variasi waktu perawatan 28 dan 56 hari.

3.4 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan alat *Compression Testing Machine* yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan mortar pada umur 28 dan 56 hari. Pengujian kuat tekan mortar ini dilakukan dengan mengacu pada (SNI 03-6825-2002) tentang metode pengujian tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil.

Pengujian dilakukan dengan memberi beban tekan pada benda uji hingga hancur atau jarum jam pada alat uji tidak naik lagi dengan menggunakan benda

uji berbentuk kubus berukuran ($5 \times 5 \times 5$ cm) yang diuji pada mesin tekan dengan laju pembebanan konstan hingga hancur. Pengukuran kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Gambar 3. 1 Skema Pengujian Kuat tekan

$$F'_c = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

F'_c = Kuat Tekan Mortar (Mpa)

P_{maks} = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang Tekan Benda Uji (mm²)

b dan d = Dimensi sisi benda uji (mm)

Standar mortar berdasarkan kekuatan untuk sebuah konstruksi disajikan dalam tabel berikut, sesuai (SNI 03-6882-2002).

Tabel 3. 1 Klasifikasi Tipe Mortar

Tipe Mortar	Kuat Tekan Minimum	Aplikasi
Mortar tipe M	17,2 MPa (Kuat tekan tinggi)	1. Dinding dekat rumah 2. Adukan pipa air kotor 3. Adukan dinding penahan tanah