

SKRIPSI

**EVALUASI CAMPURAN BETON *POZZOLAN* LOKAL
PADA LINGKUNGAN KOROSIF**

Disusun :

**REGINA M. WAWORUNTU
NIM : 15 012 082**



**POLITEKNIKI NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN
GEDUNG
2019**

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL SKRIPSI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

KATA PENGANTAR..... i

ABSTRAK iv

DAFTAR ISI..... v

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR..... x

DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Perumusan Masalah..... 3

1.3 Tujuan Penelitian..... 3

1.4 Manfaat Hasil Penelitian 4

1.5 Pembatasan Masalah 4

1.6 Sistematika Penulisan 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 7

2.1 Landasan Teori 7

2.1.1 Beton 7

2.1.2 Beton Bertulang 7

2.1.3 Material Penyusun Beton 8

2.1.4 *Pozzolan* 14

2.1.5 Macam-macam *Pozzolan* 15

2.1.6 Korosi pada Beton Bertulang..... 19

2.1.7 Lingkungan Korosi 21

2.1.8 Korosi pada Baja Tulangan dalam Beton 22

2.1.9 Jenis-jenis Korosi 25

2.1.10 Pengujian Kuat Tekan Beton dan Berat Volume Beton..... 26

2.1.11	Pengujian Laju Korosi.....	27
2.1.12	Pengujian Densitas Arus Korosi	28
2.1.14	Perencanaan Komposisi Campuran Beton Menurut SNI 03-2834-2000	29
2.1	Perkembangan Penelitian Tentang Durabilitas Beton <i>Pozzolan</i>	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.2	Metode dan Jenis Penelitian	40
3.2.1	Persiapan Material.....	40
3.2.2	Pemeriksaan Karakteristik Material.....	42
3.3	Perhitungan Perencanaan Komposisi Beton berdasarkan SNI 03-2834-2000	60
3.3.1	Pembuatan Benda Uji.....	63
3.3.2	Alat Yang Digunakan.....	66
3.3.3	Pembuatan Adukan Beton.....	66
3.3.4	Pemeriksaan Nilai <i>Slump</i>	68
3.3.5	Pembuatan Benda Uji Beton	70
3.3.6	Pemeriksaan Berat Volume Beton	72
3.3.7	Pengujian Kuat Tekan Beton	74
3.3.8	Pengujian <i>Accelerated corrosion</i>	75
3.3.9	Pengujian Ketahanan Sulfat	79
3.3.10	Pengujian Penetrasi Asam dan Visualitas Beton	81
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL		83
4.1	Berat Volume Beton	83
4.2	Kuat Tekan Beton.....	84
4.2.1	Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 dan 28 hari	85
4.2.2	Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari Dengan Rendaman H_2SO_4	87
4.3	Perubahan Berat Beton Akibat Sulfat	89
4.4	Hasil Pengujian Tampak Visual dan Penetrasi Asam	90
4.5	Laju Korosi Baja Tulangan	91
4.6	Densitas Arus Korosi (<i>Corrosion Current Density</i>).....	93
4.7	Prosentase Kehilangan Berat Baja Tulangan	94

4.8	Hasil Pengujian Korosi dengan Hubungan antara Waktu, Arus dan Hambatan.....	95
4.9	Korelasi Antara Kuat Tekan dan Durabilitas	96
4.10	Aplikasi	98
BAB V PENUTUP.....		101
5.1	Kesimpulan.....	101
5.2	Saran	102
DAFTAR PUSTAKA.....		104
LAMPIRAN		

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Untuk dunia modern yang marak dengan pembangunan infrastruktur, peranan material pembentuk elemen konstruksi sangat diperlukan untuk menjamin kekuatan dan ketahanan bangunan. Pada umumnya komposisi beton terdiri dari 3 jenis bahan utama yaitu agregat, semen, dan air. Komposisi ini banyak divariasikan dengan penambahan material-material lain yang disebut juga *pozzolan* seperti abu terbang (*fly ash*), *silica fume*, abu sekam padi, abu serabut kelapa ataupun kaolin untuk mereduksi penggunaan semen, meningkatkan kekuatan, serta memperbaiki karakteristik beton. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung senyawa *silica* dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen namun dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang pada suhu normal membentuk senyawa kalsium silikat hidrat yang bersifat hidraulis dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah (Subakti dalam Prasetyadi, 2018).

Walaupun pemanfaatannya sudah mulai tersebar luas karena menghasilkan beton yang lebih kuat dan ekonomis, namun masalah ketahanan terhadap serangan kimiawi dari beton dengan *pozzolan* dibandingkan dengan beton normal masih perlu diteliti. Ketahanan beton terhadap serangan kimiawi yang tinggi dapat meningkatkan tingkat layanan bangunan infrastruktur menjadi lebih lama bahkan melebihi umur rencana sehingga dapat secara signifikan mengurangi biaya pemeliharaan akibat kerusakan struktur.

Propinsi Sulawesi Utara merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki sumber daya alam potensial yang dapat digunakan sebagai material konstruksi pengganti sebagian semen, salah satunya adalah kaolin yang terdapat di Desa Toraget Kec. Langowan.

Kaolin merupakan massa batuan yang dikategorikan sebagai lempung berwarna putih dengan kandungan besi yang sedikit. Berdasarkan penelitian sebelumnya, sumber daya alam kaolin yang ada di Sulawesi Utara berjumlah 12.110 ha yang dapat ditemukan juga di beberapa daerah seperti Pangolombian-

Tomohon, Uuwan-Bolaang Mongondow, Sarongsong-Lahendong, dan Kasuratan-Remboken (Supit dkk, 2016).

Material lain yang dapat digunakan sebagai *pozzolan*, pengganti sebagian semen untuk elemen konstruksi adalah abu terbang atau *fly ash*. *Fly Ash* merupakan sisa dari hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap yang jika diayak dengan ayakan lolos saringan no.200 dapat menjadi *fine fly ash* dengan ukuran partikel sekitar 1-10mikron.

Umumnya kekuatan dan ketahanan pada beton dengan dan tanpa *pozzolan* sangat dipengaruhi oleh lingkungan korosif seperti bangunan pada air laut dan air tanah, yakni yang di daerah pantai, bangunan dermaga pelabuhan, talut dan bangunan lainnya. Lingkungan asam yang mengandung unsur kimia asam akan merusak beton secara perlahan-lahan mulai dari tepi dan sudut beton dengan terjadinya pelepasan butiran-butiran partikel beton sehingga beton menjadi keropos (Purba, 2006). Jika beton keropos, maka ikatan antara pasta beton dengan agregat akan semakin berkurang sehingga terjadi penurunan kuat tekan beton.

Ada banyak jenis asam yang dapat merusak beton, salah satu diantaranya adalah asam sulfat (H_2SO_4) yang sangat agresif terhadap beton. Menurut Song (2007), asam sulfat adalah senyawa asam yang terbentuk secara alam di permukaan tanah dan air tanah dan asam sulfat adalah asam yang paling sering dijumpai di lingkungan sekitar serta agresifitasnya yang tinggi dibandingkan dengan asam lainnya. Hal itu terjadi ketika mineral-mineral yang mengandung garam larut dalam air, maka terbentuklah larutan elektrolit. Larutan elektrolit ini bersifat menghantarkan listrik karena ketika arus dilewatkan padanya maka terjadilah ionisasi, yaitu terbentuknya ion-ion positif dan negatif. Ion-ion ini berperan besar sebagai pembawa elektron-elektron didalam larutan, sehingga arus listrik dapat mengalir. Air tanah juga berperan sebagai larutan elektrolit karena melarutkan mineral-mineral tanah yang dapat menghantarkan arus. Serangan asam yang ada akan membuat beton mengalami korosi, sehingga bisa terjadi ekspansi, retak dan kehancuran pada beton. Demikian juga dengan pengaruh ion klorida yang umumnya berasal dari kandungan air laut yang juga dapat menyebabkan laju korosi

menjadi lebih cepat sehingga mempengaruhi ketahanan bangunan yang memiliki pengaruh langsung dari air laut.

Oleh karena itu berdasarkan beberapa latar belakang di atas, pengujian ketahanan beton dengan dan tanpa *pozzolan* pada lingkungan korosif dengan menggunakan material lokal Propinsi Sulawesi Utara sangat penting sehingga dapat diketahui potensi pemanfaatan material lokal yang bukan hanya dapat meningkatkan karakteristik mekanik beton, namun juga memiliki kemampuan dalam meningkatkan ketahanan beton terhadap serangan-serangan kimiawi contohnya akibat asam sulfat dan ion klorida.

Berkaitan dengan hal ini maka diambil judul untuk penulisan skripsi: “Evaluasi Campuran Beton Pozzolan Lokal Pada Lingkungan Korosif”, dengan tinjauan material pozzolan lokal yang digunakan adalah kaolin dari Desa Toraget Kec. Langowan dan limbah batu bara *fly ash* dari PLTU 2 Amurang, Propinsi Sulawesi Utara.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pozzolan terhadap ketahanan sulfat dan penetrasi klorida?
2. Bagaimana korelasi kekuatan tekan dan durabilitas beton dengan dan tanpa pozzolan lokal Propinsi Sulawesi Utara?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai berat volume dari beton dengan dan tanpa *pozzolan*.
2. Mengidentifikasi pengaruh pemanfaatan *pozzolan* sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan beton normal pada umur beton 7 dan 28 hari.
3. Mendapatkan nilai durabilitas atau ketahanan beton dengan dan tanpa *pozzolan* melalui pengujian ketahanan sulfat pada umur 4, 7, 28 dan 42 hari, penetrasi klorida dan uji percepatan laju korosi pada umur 40 hari.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah :

1. Untuk menjadi rekomendasi penggunaan beton *pozzolan* pada lingkungan korosif.
2. Untuk mengoptimalisasi potensi penggunaan *pozzolan* lokal di Sulawesi Utara.

1.5 Pembatasan Masalah

Prosedur pengujian kuat tekan beton mengacu pada (Standar Nasional Indonesia) SNI 03-1974-2011 tentang “Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder” sementara untuk ketahanan sulfat mengacu pada ASTM C267 - 01(2012) “*Standard Test Methods for Chemical Resistance of Mortars, Grouts, and Monolithic Surfacing and Polymer Concretes*” dan pengujian percepatan laju korosi berdasarkan NACE-RP0775-2005 “*Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations*” dan ASTM A380 “*Standard Practice for Cleaning, Descaling and Passivating of Stainless Steel Parts*”.

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Kaolin yang dipakai berasal dari Desa Toraget Kec. Langowan Utara Kab. Minahasa yang lolos saringan No.100. *Fly ash* yang dipakai berasal dari Desa Tawaang PLTU 2 Amurang Kab. Minahasa Selatan.
2. Agregat kasar menggunakan material berukuran 10-20 mm yang berasal dari Desa Lansot Kec. Kema Kab. Minahasa Utara.
3. Agregat halus menggunakan material yang berasal dari Amurang Kab. Minahasa Selatan.
4. Kadar penambahan kaolin pada campuran beton sebagai pengganti sebagian semen adalah 10% yang berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya memberikan kuat tekan maksimum pada beton mutu normal (Supit dkk, 2016). Adapun kadar penambahan *fly ash* pada campuran beton sebagai pengganti sebagian semen diambil 40% dari berat semen untuk memaksimalkan pemanfaatan *pozzolan* dalam mereduksi semen.
5. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton dengan dan tanpa rendaman H_2SO_4 sebanyak 10%, setelah perawatan selama 7 dan 28 hari, dengan ukuran cetakan silinder (*mould*) $d= 100\text{ mm}$ dan $t= 200\text{ mm}$.

6. Larutan yang digunakan untuk uji ketahanan sulfat adalah 10% H_2SO_4 , untuk pengujian visualitas penetrasi klorida digunakan 10% NaCl dan larutan *silver nitrate*, sedangkan percepatan laju korosi diuji dengan rendaman benda uji pada larutan NaCl sebanyak 3,5%.
7. Pengujian ketahanan sulfat dilakukan pada umur beton 4, 7, 14, 21, 28 dan 42 dalam rendaman H_2SO_4 sebanyak 10%, dengan ukuran benda uji $d=100$ mm dan $t=50$ mm.
8. Pengujian visualitas penetrasi klorida menggunakan larutan *silver nitrate* dilakukan setelah rendaman 28 dan 40 hari dalam larutan H_2SO_4 sebanyak 10%, dengan ukuran benda uji $d=100$ mm dan $t=75$ mm.
9. Pengujian percepatan laju korosi diuji dengan metode basah-kering, selama 4 hari basah dan 3 hari kering dengan ukuran benda uji beton $d=100$ mm dan $t=200$ mm yang direndam di air dengan NaCl sebanyak 3,5%.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat hasil penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Berisikan mengenai teori-teori serta konsep penunjang materi yang akan dibahas pada pembahasan.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan mengenai metodologi penelitian yang digunakan dalam mendapatkan hasil penelitian, termasuk jenis material, komposisi campuran, dan cara pengujian benda uji sesuai dengan standart yang berlaku.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

Bab ini berisikan tentang pembahasan dan hasil dari penelitian yang dilaksanakan sesuai dengan tujuan penelitian

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari penelitian yang dibuat serta beberapa saran yang nantinya mendukung pengembangan penelitian ini di kemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat daftar literatur yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian, serta penulisan skripsi ini.