

Implementasi Batu Andesite sebagai Bahan Penyusun Pembuatan Beton pada Fondasi *Bored Pile* untuk Pembangunan Daerah Aluvial di Semarang Utara

Annisa Wahyu Nur Laily^{1*}, Sekar Suryaningrum², Ifa Fauziah Maula³,
Ferina Rahmasari⁴, M. Widan Mudzaky⁵, Laili Nisa⁶, M. Arif Fikri⁷
¹⁻⁷Universitas Diponegoro, Indonesia

Alamat: Jalan Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia
Korespondensi penulis: nisaw7120@gmail.com*

Abstract. *The development of the evolutionary environment in urban areas, including Semarang, is influenced by population growth and urbanization. The city of Semarang has two main morphologies: the southern part consisting of hills and the northern part consisting of alluvial coastal plains. Problems that often arise in this area are floods, landslides and land subsidence due to excessive groundwater extraction and compression of alluvial rock. This research aims to overcome the problem of soil movement in North Semarang District by using andesite concrete as the foundation for drilled piles. Andesite stone has high compressive strength and is water resistant, making it ideal as a concrete building material for drilled pile foundations in areas with land subsidence problems. Andesite rock, which is abundant in Central Java, has the advantage of increasing the compressive strength of concrete by 4.21 MPa. This research approach takes the form of a literature review that examines the influence of andesite rock on the compressive strength of concrete and its application as a foundation for drilled embankments. The research results show that andesite rock as a coarse aggregate in concrete provides high compressive strength and resistance to erosion and chemicals. This research is theoretically and practically useful in providing information and insight regarding the influence of andesite rock on the compressive strength of concrete and its application for bore pile foundations, so as to increase soil stability in organizational environments in urban areas.*

Keywords: *Alluvial Soil, Andesite Rock, Bored Pile Foundation, Concrete*

Abstrak. Perkembangan lingkungan permukiman di kawasan perkotaan, termasuk Semarang, dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk dan urbanisasi. Kota Semarang memiliki dua morfologi utama: bagian selatan yang terdiri dari perbukitan dan bagian utara berupa dataran aluvial pantai. Masalah yang sering muncul di wilayah ini adalah banjir, tanah longsor, dan amblesan tanah akibat pengambilan air tanah berlebihan dan kompresi batuan aluvium. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan pergerakan tanah di Kecamatan Semarang Utara dengan menggunakan beton berbahan batu andesit sebagai fondasi bored pile. Batu andesit memiliki kekuatan tekan tinggi dan tahan air, sehingga ideal sebagai bahan penyusun beton untuk fondasi bored pile di wilayah dengan masalah penurunan tanah. Batuan andesit yang melimpah di Jawa Tengah, memiliki keunggulan meningkatkan kuat tekan beton sebesar 4,21 MPa. Pendekatan penelitian ini berupa kajian literatur yang mengkaji pengaruh batuan andesit terhadap kuat tekan beton dan aplikasinya sebagai fondasi bored pile. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batuan andesit sebagai agregat kasar dalam beton memberikan kekuatan tekan yang tinggi serta resistensi terhadap erosi dan bahan kimia. Penelitian ini bermanfaat secara teoritis dan praktis dalam memberikan informasi dan wawasan mengenai pengaruh batuan andesit terhadap kuat tekan beton serta aplikasinya untuk fondasi bored pile, sehingga dapat meningkatkan stabilitas tanah di lingkungan permukiman di kawasan perkotaan.

Kata Kunci: Tanah Aluvial, Batuan Andesit, Fondasi Bored Pile, Beton

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan lingkungan permukiman di kawasan perkotaan tidak bisa dipisahkan dari pesatnya laju pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan ini terjadi baik secara alamiah, yang dipengaruhi oleh tingkat kelahiran (fertilitas) dan kematian (mortalitas), maupun karena adanya pergerakan penduduk, seperti migrasi. Pada negara-negara berkembang, urbanisasi terjadi karena desa sudah dirasa tidak mampu lagi memberikan rezeki yang memadai serta

harapan-harapan yang cerah sebagai tempat kehidupan untuk masa mendatang (Ridlo, 2016). Sebagai ibu kota Provinsi Jawa Tengah, Semarang juga mengalami urbanisasi yang signifikan. Urbanisasi ini utamanya terjadi karena banyaknya orang yang bermigrasi ke Kota Semarang mencari peluang kerja dan pendidikan.

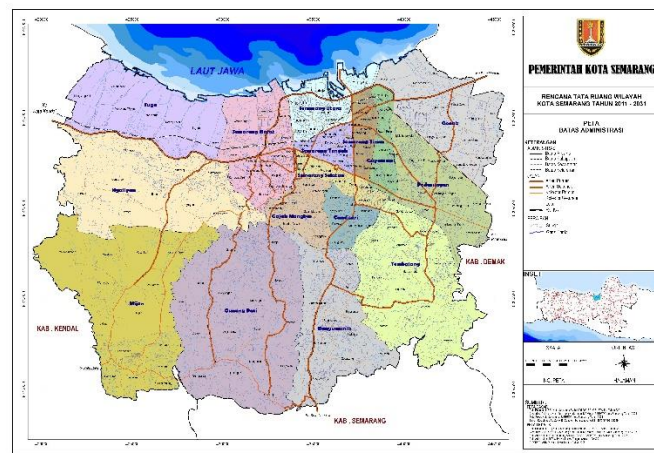
Secara geografis, Kota Semarang berada pada koordinat $6^{\circ} 50'$ hingga $7^{\circ} 10'$ Lintang Selatan dan $109^{\circ} 35'$ hingga $110^{\circ} 50'$ Bujur Timur. Menurut Soedarsono (2012), kota ini memiliki dua unit morfologi utama yang memberikan karakteristik unik bagi wilayahnya. Bagian selatan, yang sering disebut sebagai kota atas, terdiri dari perbukitan yang merupakan bagian dari kaki Gunung Ungaran yang membentang dari timur ke barat. Sebaliknya, bagian utara, yang dikenal sebagai kota bawah, merupakan dataran aluvial pantai yang luas dan rata. Morfologi yang berbeda ini tidak hanya memengaruhi topografi tetapi juga jenis tanah yang ada di masing-masing wilayah. Bagian utara kota Semarang memiliki tanah aluvial yang terbentuk dari endapan lumpur dan pasir yang dibawa oleh aliran sungai ke wilayah pantai. Tanah aluvial ini sangat subur dan baik untuk pertanian, namun juga rentan terhadap banjir karena lokasinya yang dekat dengan laut. Permasalahan yang dihadapi adalah ketika musim hujan banyak bencana seperti tanah longsor dan amblesan tanah yang terjadi sehingga dapat memakan korban. Selain sebagai permukiman, Kecamatan Semarang Utara, yang merupakan kawasan budidaya, sehingga memiliki berbagai rencana pola ruang.

Beragam rencana tata ruang di Kecamatan Semarang Utara menyebabkan pengambilan air tanah yang berlebihan, mengakibatkan penurunan permukaan tanah. Batuan aluvium di Kota Semarang yang masih muda terus mengalami kompresian pemadatan. Penurunan tanah menjadi masalah serius dan merugikan masyarakat ketika wilayah tersebut dipadati berbagai aktivitas. Karakteristik litologi dan dinamika lingkungan pengendapan di sekitar tanah aluvial di Kecamatan Semarang Utara menjadi krusial untuk berbagai keperluan mitigasi bencana dan perencanaan pembangunan terpadu. Pembangunan terpadu merupakan usaha yang dilakukan demi mengurangi adanya korban baik manusia ataupun material ketika terjadi longsor dan amblesan tanah.

Penanggulangan terhadap bahaya yang disebabkan tanah aluvial diperlukan solusi yang efektif agar dapat mengurangi korban jiwa dan material, salah satunya adalah pembuatan beton dengan komposisi yang kuat seperti batuan andesit. Bantuan andesit dikenal mampu meningkatkan kuat tekan pada beton sehingga sangat tepat untuk fondasi *bored pile* pada tanah aluvial. Selain itu, beton dengan komposisi batuan andesit dapat mengurangi risiko terjadinya longsor dan amblesan tanah karena dapat meningkatkan stabilitas tanah.

Di sisi lain, persediaan batuan andesite pada provinsi Jawa Tengah terutama bagian Selatan sangat melimpah, hal ini dikarenakan bagian Selatan dikelilingi oleh gunung berapi aktif. Batuan andesite dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan beton dan mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 4,21 Mpa (Harlina dan Puspitasari, 2021). Sehingga pembuatan beton dengan bahan batuan andesit dapat dijadikan solusi untuk menangani permasalahan pergerakan tanah yang terjadi pada Kecamatan Semarang Utara sebagai fondasi bored pile guna menjaga konsistensi tanah.

2. KAJIAN TEORITIS

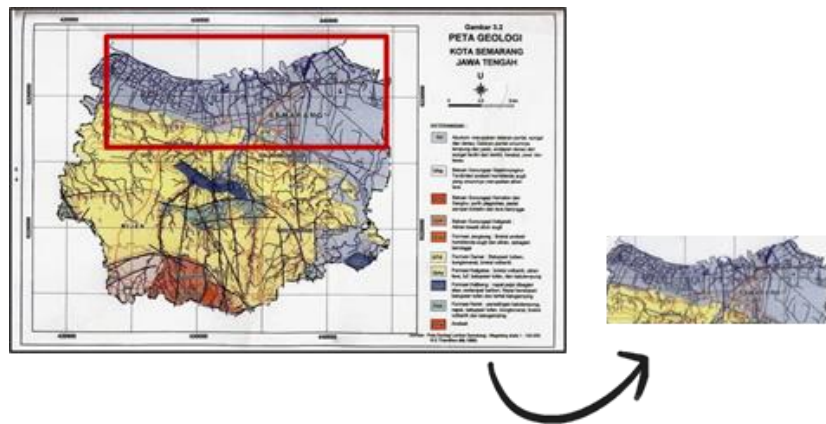


Sumber: Pemerintah Kota Semarang (2011-2031).

Gambar 1. Peta Batas Administrasi Kota Semarang

Pada akhir tahun 2023, jumlah penduduk kota Semarang mencapai 1.696.366 jiwa (BPS Kota Semarang, 2024). Kota Semarang mengenal sistem pembagian wilayah kota yang terdiri atas: Semarang Tengah atau Semarang Pusat, Semarang Timur, Semarang Selatan, Semarang Barat, dan Semarang Utara. Meskipun pembagian kota ini jarang dipergunakan dalam lingkungan pemerintahan, namun pembagian kota ini digunakan untuk mempermudah dalam menerangkan suatu lokasi menurut letaknya terhadap pusat kota Semarang. Wilayah Kota Semarang memiliki litologi yang cukup bervariasi.

Dataran rendah bagian selatan wilayah Semarang utara terutama sepanjang pantai, merupakan daerah dataran rendah yang didominasi oleh endapan sungai dan laut. Dikutip dari Thanden dkk (1996) dalam Putra Agung (2023) menyebutkan bahwa berdasarkan peta geologi, batuan di Semarang dan sekitarnya terbentuk dari batuan sedimen dan vulkanik yang terakumulasi selama jutaan tahun. Peta geomorfologi Indonesia berdasarkan VestaPen (2000) dalam Kemdikbud (2008) menyebutkan bahwa daerah Semarang dan sekitarnya ditempati oleh dataran aluvium dengan beberapa pematang dan rawa buri.



Sumber: Geophisticated (2020).

Gambar 2. Litologi Kota Semarang

Tanah aluvial merupakan suatu lahan yang sering atau baru mengalami banjir sehingga dianggap tanah yang masih muda dan belum mengalami differensiasi horizon (Gayo dkk., 2022). Tanah aluvial terbentuk akibat adanya sedimentasi yang masif pada suatu daerah akibat dari banyaknya material yang diendapkan dan energi pengendapan tinggi. Material tersebut akan terendapkan sebagai tanah aluvial apabila tidak mengalami aktivitas geologi yang destruktif. Endapan aluvial yang sudah tua, memiliki kenampakan akibat dari pengaruh iklim dan vegetasi tidak termasuk tanah aluvial (Gayo dkk., 2022).

Sifat dari tanah Aluvial kebanyakan dibuat dari bahan-bahan yang diangkut dan diendapkan sehingga sifatnya beragam tergantung dari bahan induk yang diendapkannya serta penyebaran tanah Aluvial tidak dipengaruhi oleh ketinggian maupun iklim (Fiantis, 2017). Sifat tanah Aluvial dipengaruhi langsung oleh bahan asalnya, sehingga kesuburannya pun ditentukan sifat bahan asalnya (Arabia, T., Baasri, H., & Khairullah, 2015). Tanah Aluvial adalah tanah yang mempunyai karakteristik tekstur yang bervariasi dan biasanya belum terbentuk suatu struktur, memiliki tingkat konsistensi dalam keadaan basah lekat, pH beragam, umumnya memiliki kesuburan tingkat sedang hingga tinggi. Tanah alluvial dapat ditemukan di daerah sungai, pantai dan cekungan (Aprillia dkk, 2023).



Sumber: Geophisticated (2020).

Gambar 3. Batu Andesite

Batu andesit merupakan jenis batuan yang banyak ditemukan pada daerah dengan aktivitas vulkanik atau dipengaruhi oleh subduksi tektonik yang kemudian akan membeku dan sering disebut dengan *lavastone*. Terdapat warna dan ciri yang khas pada batu andesit, yaitu warna yang cenderung abu-abu terang hingga gelap dengan struktur pori yang cukup padat sehingga kekerasannya lebih tinggi namun dengan daya serap air yang rendah (Sri Nur Wahyuni, 2016). Berikut merupakan tabel komposisi Batu Andesite.

Tabel 1. Komposisi Batu Andesite

Mineral	Komposisi
Kuarsa	40%
Piroksin	25%
Hornblende	15%
Biotit	15%
Mineral lain Kuarsa	40%

Sumber: Nursalim dan Riyono (2022).

Batuan jenis ini memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yaitu sekitar 52-66% dengan mineral yang terkandung adalah plagioklas, hornblende, piroksen dan kuarsa (Nursalim dan Riyono, 2022). Mineral yang terkandung tersebut masuk dalam kelompok mineral resisten tinggi sehingga berpengaruh pada tingginya resistensi yang dimiliki batu andesit. Batu andesit sering digunakan pada bangunan baik dalam skala kecil hingga bangunan pencakar langit. Batu andesit umumnya digunakan diluar ruangan karena sifatnya yang tahan terhadap cuaca (Yavus, 2011).



Sumber: MDS Kontraktor (2024).

Gambar 4. Beton

Beton merupakan campuran antara beberapa bahan seperti semen *portland*, agrerat halus, agrerat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SNI 03-2834-1993). Beton adalah material komposit dari bahan campuran sehingga kualitas dari beton sangat berpengaruh terhadap kualitas masing-masing material pembentuknya (Hamdi dkk., 2022). Keunggulan dari penggunaan beton dibandingkan dengan bahan bangunan lain yaitu, penggunaan beton lebih ekonomis, lebih mudah dikreasikan dalam pembangunan, sifat ketahanan yang tinggi, rigiditas tinggi dan penyediaan material penyusunnya yang melimpah.

Namun beton juga memiliki kekurangan seperti kuat tarik yang rendah, sulit untuk kedap air, bersifat getas dan memerlukan biaya pada beton yang dicor ditempat.

Beton merupakan jenis bahan bangunan yang memiliki tingkat kedap air yang rendah. Hal tersebut karena pada beton memiliki porositas tinggi akibat dari campuran agregat kasar dan halus yang menghasilkan pori-pori kecil. Permeabilitas beton yang tinggi dapat menurunkan resistensi dari beton itu sendiri sehingga dibutuhkan material yang dapat meningkatkan daya tahan beton. Peningkatan kedap air pada beton dapat menggunakan bahan pelapis pada beton atau menambahkan bahan dengan resistensi tinggi. Campuran batu andesite dapat digunakan untuk memaksimalkan kemampuan kedap air pada beton sehingga material bangunan ini dapat lebih digunakan dalam wilayah yang lebih luas. Sifat batu andesite yang resisten terhadap air dan lebih tidak menyerap dapat meningkatkan kualitas dari beton itu sendiri.



Sumber: MDS Kontraktor (2024).

Gambar 5. Bored Pile

Fondasi merupakan komponen penting karena menopang seluruh beban yang akan didirikan pada sebuah bangunan, baik beban secara vertikal maupun beban secara horizontal (Rohani, 2024). Fondasi memiliki 2 jenis utama yaitu fondasi dalam dan fondasi dangkal. Penggunaan kedua fondasi tersebut tergantung pada jenis bangunan dan lingkungan pembangunannya. Fondasi dalam adalah jenis fondasi yang biasanya digunakan pada bangunan tinggi atau pada daerah dengan kondisi wilayah khusus. Ada dua jenis fondasi dalam, yaitu fondasi tiang pancang (*pile foundation*) dan fondasi tiang bor (*bored pile*) (Adisanjaya dkk.2021). Tipe fondasi tiang yang sering digunakan adalah *bored pile*. Fondasi ini adalah jenis fondasi dalam atau *deep foundation* (Gali dan Yonas, 2023). Fondasi *bored pile* adalah fondasi tiang dalam bentuk tabung yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke dalam permukaan tanah.

Pengerjaan penanaman *bored pile* umumnya dimulai dengan melubangi tanah pada kedalaman tertentu untuk kemudian dipasang tulangan besi dan ditutup dengan pengecoran beton. Fondasi *bored pile* adalah jenis fondasi yang digunakan pada bangunan yang

membutuhkan daya dukung tinggi, bangunan pada tanah yang lunak, bangunan pada daerah dengan jumlah air tanah yang tinggi dan bangunan pada daerah terbatas. Jenis bangunan yang dapat menggunakan *bored pile* adalah gedung perkantoran, rumah sakit, sekolah, bandara, perumahan, jembatan dan rumah susun.

3. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode pendekatan literature review atau studi literatur. Literature review adalah tinjauan dari penelitian serupa yang telah ada untuk membangun kerangka berpikir dalam suatu penelitian.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan berdasarkan penelitian terdahulu mengenai pembuatan beton dari batu andesite yang kemudian diasosiasikan dengan penelitian daerah Semarang Utara sebagai pengujian hipotesis. Penelitian dilakukan di lingkungan Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto No.13, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang. Penelitian dilaksanakan pada 10 Mei 2024 hingga 30 Mei 2024.

Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penulisan ini adalah data yang bersumber dari hasil kajian literatur. Kajian literatur merupakan cara yang digunakan untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang memiliki hubungan dengan topik penelitian bukan dari pengamatan langsung, namun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu. Sumber yang digunakan berupa buku dan laporan ilmiah dalam artikel atau jurnal. Sumber utama penelitian adalah Pengaruh Batu Alam Andesit Sebagai Agregat Kasar pada Beton Normal, Perbandingan Agregat Alternatif Batu Andesit Terhadap Kuat Tekan Beton, dan Pengaruh Penggunaan Fondasi *Bored pile* pada Tanah Aluvial.

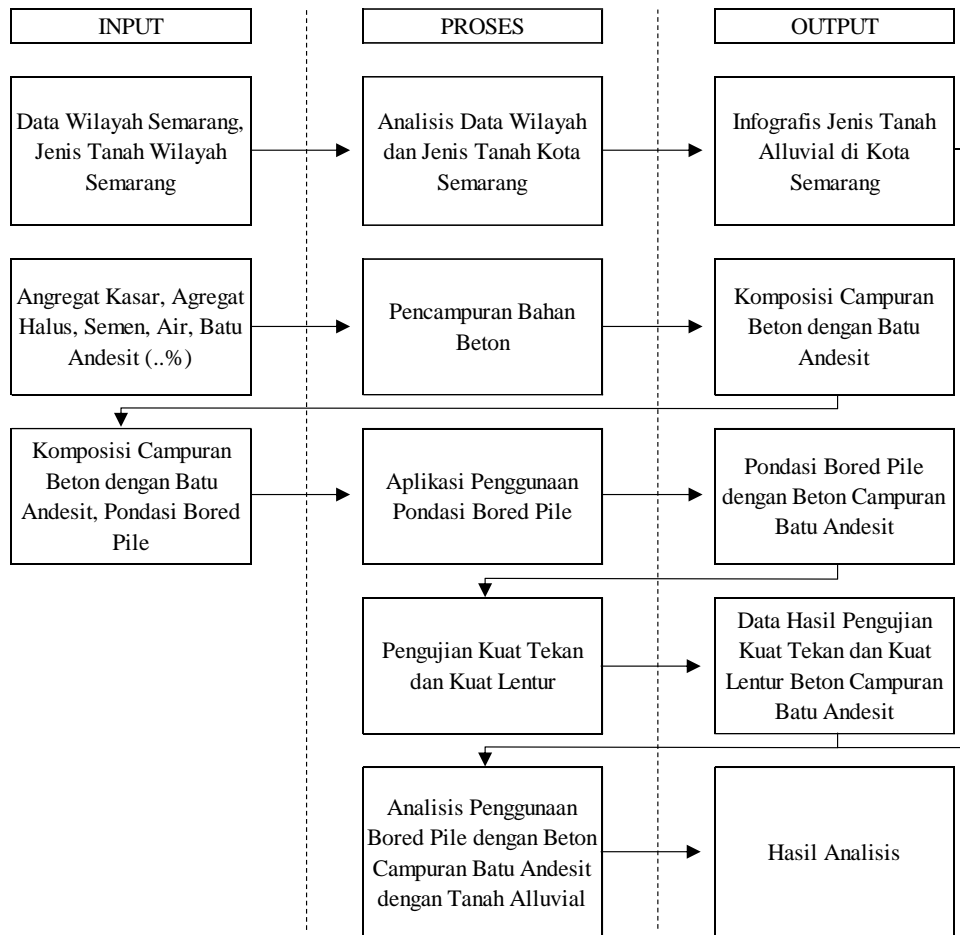
Penarikan Simpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan proses awal yaitu mengorganisir hasil literatur yang ditinjau dengan permasalahan, tujuan umum, dan simpulan dari literatur dengan membaca abstrak, beberapa pendahuluan dan kesimpulan, kemudian mengelompokkan menjadi beberapa kategori sesuai tujuan penelitian.

Setelah proses organisir kemudian dilakukan proses analisis data, dan dilanjutkan dengan proses sintesis dengan menghimpun dan menghubungkan rumusan masalah, tujuan penulisan, landasan teori yang relevan serta pembahasan. Selanjutnya ditarik kesimpulan yang bersifat umum kemudian direkomendasikan beberapa strategi implementasi serta

mengidentifikasi solusi dalam literatur yang dianggap sangat penting untuk dibahas dan dianalisis demi mendapatkan penanganan masalah terbaik.

Diagram Alir



Sumber: Penulis (2024)

Gambar 6. Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Batu Andesite dalam Adonan Beton

Batuan andesite merupakan salah satu inovasi agrerat kasar yang ideal dalam pembuatan beton, hal tersebut dikarenakan batuan andesite memiliki kekuatan tekan yang tinggi apabila dibandingkan dengan agrerat kasar lain seperti batu kapur dan granit. Berikut merupakan perbandingan penggunaan batuan andesite, kapur dan granit sebagai agrerat kasar dalam pembuatan beton.

Tabel 2. Perbandingan Penggunaan Beberapa Batuan dalam Pembuatan Beton

Karakteristik	Andesite	Batu Kapur	Granit
Kuat Tekan	Sedang (20-40 MPa)	Rendah (5-20 MPa)	Tinggi (50-100 MPa)
Ketahanan terhadap air	Baik	Buruk	Baik
Ketahanan terhadap kimia	Baik	Buruk	Baik
Kepadatan	Sedang (1.8-2.2 g/cm ³)	Rendah (1.5-1.8 g/cm ³)	Tinggi (2.5-2.8 g/cm ³)
Ketahanan terhadap abrasi	Baik	Buruk	Baik
Harga	Cukup murah	Murah	Mahal
Ketersediaan	Melimpah	Melimpah	Terbatas
Pengaplikasian	Beton struktur umum, jalan dan timbunan	Beton non-struktural, dinding dan plaster	Beton struktur penting, jembatan dan bangunan tinggi.
Aspek lingkungan	Tidak memerlukan penambangan	Dibutuhkan penambangan	Dibutuhkan penambangan

Sumber: Hadi, S (2020); Herullah, H., dkk (2018); SAAT, A. (2004); Buarlele, L., dkk (2023)

Berdasarkan tabel tersebut, batuan andesite memiliki keunggulan dibandingkan dengan agregat kasar lainnya yang cukup sering digunakan. Modulus elastisitas adalah ukuran lunak hingga kakunya suatu mineral apabila dihadapkan pada suatu kondisi tertentu (Stevania dkk, 2020). Batuan andesite sebagai agregat kasar memiliki modulus elastisitas tinggi yang mengakibatkan produk dari beton akan menjadi lebih kokoh sehingga sesuai diterapkan pada bangunan yang membutuhkan ketahanan tinggi.

Pembuatan beton selain melihat pengaruh internal dari agregat, penting untuk menilai kestabilan dan daya lekat agregat ketika dilakukan pencampuran menggunakan bahan pembentuk beton lain seperti semen, agregat halus dan air. Batuan andesite yang memiliki bentuk kasar dan lebih bertekstur membuat material atau agregat kasar ini mudah bercampur dengan material pembentuk beton yang lain. Ukuran agregat batu krakal (andesit) yang digunakan adalah agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm dan ukuran butir minimum 10 mm. Hal ini bertujuan agar agregat yang dipakai bergradasi sela. Sehingga diharapkan akan lebih memudahkan pada proses pengerjaan pencampuran beton.

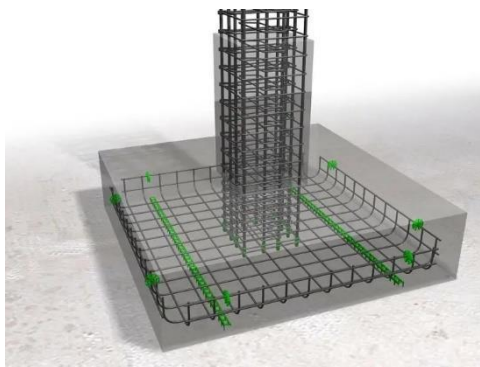
Keunggulan lain yang didapatkan adalah, penggunaan batuan andesite sebagai agregat kasar akan lebih memperhalus dan meningkatkan kepadatan dari beton yang akan dihasilkan. Dampak lingkungan yang ditimbulkan dengan penggunaan batu andesite adalah, pada batu andesite tidak diperlukan pertambangan yang merusak lingkungan seperti yang dilakukan pada batu kapur dan granit. Biaya yang diperlukan juga lebih murah terlebih di sekitar pulau jawa yang memiliki kelimpahan batuan andesite. Keunggulan spesifik lain yang dapat ditawarkan

pada penggunaan batu andesit sebagai agrerat kasar pada pembuatan beton adalah ketahanan batuan andesite pada panas, dikarenakan mineral penyusunnya terdiri dari mineral dengan titik leleh tinggi dan ketahanan terhadap gempa karena sifatnya yang cenderung lebih kaku dan kokoh (M. Heri dan M. Irhab, 2021).

Pengaplikasian Beton Pada Fondasi *Bored Pile*

Daerah Semarang Utara yang memiliki tekstur tanah aluvial dan mengalami penurunan muka tanah yang cukup massif menyebabkan rumah sering ambles. Amblesan tanah menyebabkan banyaknya kerugian material yang berdampak pada penurunan ekonomi dan kurangnya minat wisatawan untuk mengunjungi daerah tersebut. Mengatasi hal tersebut, dibutuhkan inovasi yang dapat menunjang berdirinya bangunan dan fasilitas di daerah Semarang utara. Penggunaan fondasi board pile yang terdiri dari papan beton betulang yang ditanam dalam tanah dan dihubungkan dengan balok beton sebagai pengikat. Inovasi yang ditambahkan adalah penggunaan beton dengan material agrerat kasar berupa batuan andesite.

Batuan andesite dinilai dapat sesuai apabila dijadikan sebagai agrerat kasar, khususnya pada daerah yang memiliki kandungan air yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan batuan andesite lebih resisten terhadap erosi dan memiliki porositas rendah yang dapat menahan air tidak terserap pada badan beton. Batuan andesite yang menjadi agrerat kasar juga meningkatkan kekuatan tekan beton yang lebih tinggi, ditambah dengan penggunaan model fondasi yang ditanam sehingga ketika terjadi penurunan muka tanah, fondasi tetap dapat menahan bangunan.



Sumber: MDS Kontraktor (2024).

Gambar 7. Aplikasi beton pada fondasi *bored pile*

Pengaplikasian beton pada fondasi *bored pile* dilakukan setelah proses pengeboran selesai. Proses pengeboran melibatkan pemasangan rakitan tulangan baja yang telah dirakit ke dalam lubang kemudian diisi dengan material beton sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Penggunaan beton pada fondasi *bored pile* memiliki beberapa kelebihan, seperti tidak berpengaruh pada kondisi tanah lempung, tidak mengalami pergerakan ke samping,

serta dapat mengurangi getaran pada tanah dan tidak mengeluarkan suara bising pada saat proses pemasangan.

Penggunaan beton pada fondasi *bored pile* juga memiliki beberapa kelemahan, seperti dapat menimbulkan keruntuhan tanah atau *ground loss* jika tidak diperlukan pemasangan *casing* yang tepat. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan dan pemeriksaan keandalan struktur bangunan secara berkala untuk memastikan keamanan dan kualitas konstruksi.

Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton yang Digunakan dalam Aplikasi *Bored Pile* pada Tanah Aluvial Di Kecamatan Semarang Utara

1. Perencanaan Campuran Beton

Pembuatan beton berdasar pada SK SNI T-15-1990-03 untuk kebutuhan bahan 1 m³ dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi pembuatan Beton

Fas	Air (lt)	Pasir (kg)	Agrerat kasar (kg)	Semen (kg)
0,35	195	1036,714	691,1429	557,1429
0,40	195	1078,5	719	487,5
0,45	195	1111	740,6667	433,3333

Sumber: SNI T-15-1990-03

a) Ukuran Agregat

Ukuran agregat batu krakal (andesit) yang digunakan adalah agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm dan ukuran butir minimum 10 mm. Hal ini bertujuan agar agregat yang dipakai bergradasi sela. Sehingga diharapkan akan lebih memudahkan pada proses pengerjaan pencampuran beton.

b) Berat Jenis dan Penyerapan Air

Berat jenis batu krakal jenuh kering muka adalah 2,6, sehingga batu krakal ini tergolong agregat normal yaitu sekitar 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodimuljo, 1995). Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 1,96%. Penyerapan air untuk agregat normal adalah maksimum 2%. Sebenarnya walaupun masih dikatakan normal, penyerapan air sebesar itu kurang baik khususnya untuk beton dengan kuat tekan yang tinggi, karena dengan asumsi penyerapan air yang tinggi maka pori-pori pada agregatnya besar atau banyak. Akan tetapi untuk pembuatan beton normal, nilai penyerapan air pada agregat ini masih bisa di tolerir.

c) Keausan Butir

Keausan batu krakal sebesar 36% lebih kecil dari batas maksimum yang ditetapkan (40%) untuk pembuatan beton dengan mutu beton K-125 – K225 atau kelas mutu II.

d) Kadar Lumpur

Kondisi batu krakal pada pengujian ini langsung dari lapangan, tanpa proses pencucian terlebih dahulu. Namun pada kenyataannya dari hasil pengujian didapat kadar lumpur sebesar 0,48%, sehingga dalam pemeriksaan kadar lumpur didapat kadar lumpur yang lebih kecil dari batas yang ditetapkan (1%). Jadi agregat ini tidak perlu lagi dicuci.

e) Berat Satuan

Berat satuan batu krakal adalah 1,8 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Selain itu untuk agregat kasar, berat satuan ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan dan kelasnya. Untuk berat satuan diatas 1,2 gram/cm³ agregat di katakan masuk dalam jenis agregat normal dan untuk berat diatas 2,8 gram/cm³ termasuk agregat untuk beton mutu tinggi.

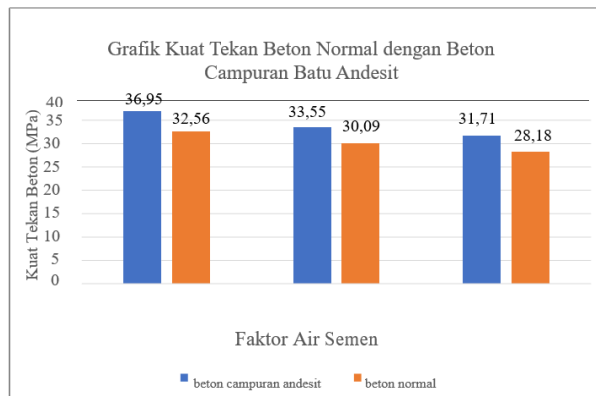
2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran Andesit

Uji kuat tekan beton dilakukan saat beton berumur 28 hari untuk mencapai kekuatan beton sebesar 100%. Pengujian dilaksanakan dengan benda uji sebanyak 3 buah silinder beton untuk setiap variasi dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Rata-rata kuat tekan beton dari ketiga benda uji diambil sebagai hasil akhir pengujian.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Campuran Batu Andesit

Faktor Air Semen	Benda Uji	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
0,35	A1	28,62	36,95
	A2	45,58	
	A3	36,66	
0,40	B1	30,98	33,55
	B2	36,78	
	B3	32,89	
0,45	C1	33,85	31,71
	C2	35,66	
	C3	25,62	

Sumber: Ariyanto (2010).



Sumber: Ariyanto (2010).

Gambar 8. Aplikasi beton pada fondasi *bored pile*

Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Ariyanto (2010), kuat tekan beton rata-rata tertinggi sebesar 36,95 Mpa dengan nilai faktor air semen sebesar 0,35. Kuat tekan beton rata-rata tertinggi kedua sebesar 33,55 MPa dengan nilai faktor air semen 0,4. Kuat tekan beton rata-rata terendah sebesar 31,71 MPa dengan nilai faktor air semen 0,45. Berdasarkan data, diperoleh kuat tekan beton rata-rata mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya nilai faktor air semen. Hal ini disebabkan agregat batu andesit memiliki porositas tinggi dan dengan nilai faktor air semen yang tinggi pula maka pada saat pengerjaan beton sulit mencapai adukan beton yang ideal untuk digunakan sebagai beton dengan fungsi struktural.

Sebagai perbandingan, kuat tekan beton normal rata-rata tertinggi sebesar 32,56 MPa dengan nilai faktor air semen sebesar 0,35. Kuat tekan beton normal mengalami penurunan sebesar 30,09 MPa dengan nilai faktor air semen sebesar 0,40 dan terakhir sebesar 28,18 dengan nilai faktor air semen sebesar 0,45.

3. Hasil Perhitungan Kuat Lentur Beton Campuran Andesit

Menurut jurnal yang ditulis oleh Suryani (2018), kuat lentur bisa didapatkan dengan menggunakan rumus $f_s = K\sqrt{f'_c}$, dengan nilai korelasi atau k sebesar 0,86.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kuat Lentur Beton dengan Campuran Batu Andesite

Faktor Air Semen	Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata – Rata (MPa)
0,35	A1	28,62	4,6	5,20
	A2	45,58	5,81	
	A3	36,66	5,21	
0,4	B1	30,98	4,79	4,98
	B2	36,78	5,22	
	B3	32,89	4,93	
0,45	C1	33,85	5,00	4,83
	C2	35,66	5,14	
	C3	25,62	4,35	

Sumber: Ariyanto (2010) dan Suryani (2018).

Berdasarkan tabel diatas kuat lentur beton rata-rata tertinggi sebesar 5,20 MPa dengan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 36,95. Kuat lentur beton rata-rata tertinggi kedua sebesar 4,98 MPa dengan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 33,35 MPa. Kuat lentur rata-rata terendah 4,83 MPa dengan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 31,71 MPa. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh bahwa semakin tinggi kuat tekan beton maka kuat lenturnya juga akan meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur selalu bersifat parabola.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan yang telah dijabarkan sebelumnya, penulis mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Daerah Semarang bagian utara terdiri dari tanah aluvial yang berasal dari sedimentasi material yang terbawa oleh sungai maupun laut. Tanah aluvial menyebabkan tingginya fluktuasi tanah sehingga berdampak terjadinya amblesan dan penyebab banjir
2. Batu andesite dapat menjadi solusi sebagai agregat kasar pembuatan beton dikarenakan kuat tekan dan kuat lenturnya memenuhi apabila digunakan dalam pembuatan bangunan dan fasilitas pada tanah dengan kandungan air dan kerentanan yang tinggi
3. Pengaplikasian beton batu andesite pada tanah aluvial dapat diperkuat dengan menggunakan fondasi beton *bored pile* yang memiliki struktur tanam sehingga lebih mengikat tanah dan bangunan.
4. Dari hasil penelitian kuat tekan tertinggi rata-rata untuk beton dengan agregat batu andesit didapat pada nilai faktor air semen 0,35 yaitu sebesar 36,95 MPa dan kuat lentur tertinggi sebesar 5,20.

Saran

Penulis menilai dengan terbatasnya waktu pengerjaan dan ruang gerak yang terbatas sehingga penyusunan *paper* belum dilakukan secara maksimal. Kurangnya alat dan bahan dalam pembuatan sehingga penelitian belum dapat dilakukan secara *real time* dan hanya menggunakan data sekunder sebagai tolak ukur. Proses perencanaan beton sebaiknya menggunakan semen, agregat, waktu, dan cara pemadatan dengan kondisi sama supaya hasil perbandingan pengujian beton lebih akurat.

DAFTAR REFERENSI

- Abbas, N., Riyanto, S., & Chawari, M. (2019). *Wajah kota lama Semarang*.
- Adisanjaya, U. K., Soleh, M., & Novianto, D. (2021). Analisis perbandingan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang (spun pile) dan tiang bor (bored pile) berdasarkan perhitungan dan uji lapangan pada proyek pengembangan kampus Politeknik Negeri Madiun. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi Polinema*, 2(3), 36–43.
- Aprilia, N. (2023). *Kajian risiko dan mitigasi bencana di kawasan industri (Studi kasus: Perusahaan manufaktur di daerah Sukabumi)* (Doctoral dissertation, Nusa Putra University).

- Arabia, T., Basri, H., & Khairullah. (2015). *Pengelolaan lahan kering dan lahan basah*. Syiah Kuala University Press.
- Ariyanto, A. (2010). Perbandingan agregat alternatif pecahan batu gamping (klastik siliklastik) dan batu krakal (andesit) terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Aptek*, 3(1), 1–10.
- Buarlele, L., Kusuma, B., & Yertas, A. P. (2023). Pengaruh batu alam andesit sebagai agregat kasar pada beton normal. *Paulus Civil Engineering Journal*, 5(4), 725–731.
- Fiantis, D. (2017). *Morfologi dan klasifikasi tanah*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK).
- Gali, P., Yonas, P. A., & R. (2023). Analisis perbandingan daya dukung dan penurunan pondasi tiang bor dengan perhitungan manual dan software ALLPILE. *Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(2), 16–20.
- Gayo, P. A. A., Zainabun, Z., & Arabia, T. (2022). Karakteristik morfologi dan klasifikasi tanah aluvial menurut sistem soil taxonomy di Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(3).
- Hadi, S. (2020). Pengaruh penambahan limbah granit terhadap kuat tekan beton. *Ganec Swara*, 14(1), 476–480.
- Hamdi, F., & Franky, E. M. T. (2022). *Teknologi beton* (M. Iriato & Miswar Tumpu, Eds.). CV. Tohar Media.
- Harlina, & Puspitasari, I. (2021). Penelitian beton dari limbah batu andesit ukuran ½ cm. *TEDC*, 15(3), 256.
- Herullah, H., Karo, P. K., Supriyatna, Y. I., & Amin, M. (2018). Analisa pengaruh penambahan variasi bubuk andesit terhadap karakteristik kuat tekan mortar. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 1–10.
- Nursalim, N., & Riyono, S. (2022). Analisis perlawanan perempuan terhadap kebijakan pemerintah dalam penambangan batu andesit di Desa Wadas. *Mimbar Administrasi*, 19(1), 32–49.
- Putra, A. (2023). *Persebaran mineral besi (Fe) berdasarkan kandungan mineral batuan di Lembah Gunung Bawakaraeng* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Ridlo, M. A. (2016). *Mengupas problema kota Semarang metropolitan*. https://books.google.co.id/books?id=h-K_DAAAQBAJ
- Rohani, N. Y. (2024). *Analisis daya dukung fondasi bored pile pada proyek gedung MICE kawasan Tana Mori-NTT* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Saat, A. (2004). *Pengaruh filler kapur padaman terhadap karakteristik campuran beton aspal menggunakan batu granit Tanjung Pinang berdasarkan uji Marshall* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Sari, R. A. I., et al. (2015). Pengaruh jumlah semen dan FAS terhadap kuat tekan beton dengan agregat yang berasal dari sungai. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 68–76.

- Soedarsono. (2012). Kondisi geologi dan geomorfologi kaitannya dengan degradasi lingkungan di Kota Semarang. *Jurnal Lingkungan Sultan Agung*, 29–41.
- Sri Nur Wahyuni. (2016). *Dampak kegiatan penambangan batu andesit di daerah kawasan Gunung Kecapi terhadap kerusakan lingkungan*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Stevania, E. C. L., Pandaleke, R., & Wallah, S. (2020). Pengujian modulus elastisitas pada beton dengan menggunakan tras sebagai substitusi parsial agregat halus. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 33–38.
- Suryani, A., Dewi, S. H., & Harmiyati. (2018). Korelasi kuat lentur beton dengan kuat tekan beton. *Jurnal Saintis*, 18(2), 1–12.
- Yavuz, H. (2011). Effect of freeze–thaw and thermal shock weathering on the physical and mechanical properties of an andesite stone. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 70, 187–192.
- Zai, I. I. M. (2021). *Penilaian kerentanan bangunan terhadap gempa bumi pada gedung perkuliahan berlantai tinggi di Yogyakarta* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah).