

AGREGAT BETON

Substitusi Pasir Besi dalam Agregat Halus
dengan Agregat Kasar Batu Basalt Scoria

Undang-Undang Republik Indonesia
Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

LINGKUP HAK CIPTA
Pasal 2

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

KETENTUAN PIDANA
Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Dr. Ir. Rajiman, S.T., M.T., M.M., IPM

AGREGAT BETON

Substitusi Pasir Besi dalam Agregat Halus
dengan Agregat Kasar Batu Basalt Scoria

Sulur Pustaka

AGREGAT BETON

Substitusi Pasir Besi dalam Agregat Halus
dengan Agregat Kasar Batu Basalt Scoria

©Dr. Ir. Rajiman, S.T., M.T., M.M., IPM

Editor: Sigit Apriyanto, M.Pd., Ph.D (c)

Tata letak isi: Marsus

Desain Cover: Abdullah Rasyid Ridha

Cetakan I, 2020

14x20 cm., viii+52 hlm

ISBN: 978-623-6791-15-x

CV. SULUR PUSTAKA

Jl. Jogja-Solo Km.14 Candisari, Rt.01/22

Tirtomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta, 55571

Web: www.sulur.co.id

Telp. 0852-2929-9377

Bekerja sama dengan

JOURNAL CORNER AND PUBLISHING

Jl. R. Fatah, No.50, Bakung, Sidamulya, RT.3/4,

Sidamulya, Wanareja, Cilacap,

Phone: 0812-1526-3928

KATA PENGANTAR

Pertama-tama, penulis ucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini. Buku ini kiranya tak akan selesai tanpa bantuan dari beberapa pihak yang terus mendorong penulis untuk menyelesaikannya.

Terima kasih penulis haturkan kepada Dekan Fakultas Teknik Ir. Juniardi, M.T, Wakil Rektor I Universitas Bandar Lampung Dr. Ir. Heri Riyanto, M.T, Rektor Universitas Bandar Lampung, Bapak Prof. Dr. Ir. M. Yusuf Sulfarano Barusman, MBA, beliau-beliaulah yang senantiasa membimbing penulis di dalam proses menyusun buku ini. Tanpa adanya bimbingan dari beliau, penulis kiranya tidak akan mampu menyelesaikan buku ini dengan baik. Tak lupa, terimakasih untuk rekan-rekan dosen serta praktisi yang selalu memberikan motivasi untuk terus berkarya.

Tak lupa, penulis juga ucapkan terima kasih kepada Journal Corner and Publishing dan Penerbit CV. Sulus Pustaka Yogyakarta yang telah berkenan memberikan masukan dan pandangan-pandangannya hingga akhirnya buku ini dapat terbit. Berbagai bantuan dari kalian sangat membantu penyelesaian buku ini.

Penyusunan buku yang berjudul *Agregat Beton: Substitusi Pasir Besi dalam Agregat Halus dengan Agregat Kasar Batu Basalt Scoria* memuat beberapa landasan baik konsep maupun teori yang melatarbelakangi sebuah konstruksi beton. Penulis

melihat gejala teknis di lapangan dan menyimpulkannya dalam sebuah analisis yang komperhensif dengan didasari baik pengalaman *a priori* maupun *a posteriori*.

Besar harapan penulis, di kemudian hari, buku ini bisa menjadi rujukan para pembaca yang budiman mengenai konstruksi beton dalam kerangka pembangunan insfratruktur di Indonesia. Adapun penulis juga berharap semoga buku ini bisa bermanfaat bagi pembacanya. Selamat membaca.

Bandar lampung, Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar..... v

BAB I: PENDAHULUAN

1. Latar Belakang 1

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

1. Pengertian Umum Beton 5

2. Kuat Tekan Beton 6

3. Benda Uji Beton 9

4. Sifat- Sifat Beton Segar 9

BAB III: BAHAN PENYUSUN BETON

1. Semen Portland 13

2. Air 17

3. Agregat 17

4. Bahan Tambahan Beton 19

BAB IV: PENGERTIAN PASIR BESI DAN BATU BASALT SCORIA

1. Pengertian Pasir Besi 25

2. Proses Terbentuknya Pasir Besi 26

3. Manfaat Dan Kegunaan Pasir Besi 28

4. Pengertian Batu Basalt Scoria.....	29
5. Proses Terbentuknya Batu Basalt.....	31
6. Manfaat Batu Basalt.....	32

BAB V: PENGUJIAN BAHAN DASAR BETON

1. Agregat Kasar	33
2. Agregat Halus	34
3. Perancangan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	35

Daftar Pustaka	47
-----------------------------	-----------

Profil Penulis.....	51
----------------------------	-----------

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Beton sangat berperan penting dalam bidang konstruksi yang sering kali digunakan sebagai bahan bangunan yang tersusun oleh agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Dewasa ini perkembangan di bidang pembangunan infrastruktur semakin pesat sehingga dilakukannya usaha untuk meningkatkan kinerja beton yang dihasilkan dari segi mutu, bahan maupun cara yang diterapkan guna mempengaruhi tingginya penggunaan beton dalam kemajuan teknologi beton itu sendiri. Tingginya penggunaan beton dibidang pembangunan infrastruktur karena beton memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai bahan berkekuatan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap karat dan pembusukan pada kondisi lingkungan. Beton juga lebih murah jika dibandingkan dengan baja, selain itu beton dapat dengan mudah dibentuk seperti menggunakan bikisting sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

Dalam bidang konstruksi dibutuhkan beton dengan kualitas yang baik, untuk mengetahui beton yang baik yaitu beton yang memiliki sifat padat karna kepadatan suatu beton berhubungan dengan kekuatan beton itu sendiri, sehingga untuk merancang dalam campuran beton diperlukan material seperti pasir besi dalam campuran pembuatan beton. Pasir besi dapat membuat

sifat beton lebih padat karna memiliki ukuran butirannya lebih kecil daripada pasir sungai.

Pasir besi adalah mineral endapan/sedimen yang memiliki ukuran butir 0,074-0,075 mm, dengan ukuran kasar (5-3 mm) dan halus (< 1 mm). Perbedaan karakter fisik kandungan mineral pasir besi seperti Fe, Ti, Mg, dan Si mungkin terjadi disebabkan oleh perbedaan lokasi endapan. Mineral magnetic yang biasanya di temukan didaerah pantai atau sungai adalah magnetik (Fe_3O_4) atau (FeSO) (Sunaryo dan Widyadura, 2010). Untuk memperoleh kualitas beton yang baik harus memperhatikan material- material penyusunnya dengan takaran yang berbeda-beda.

Batu basalt salah satu jenis batuan beku yang berkemampuan baik dalam hal kekuatan daya tahan dan suhu. Basalt mengandung SiO_2 dan Al_2O_3 sebagai oksida utama sekitar 40-50% dan 10-20% yang masing-masing terdiri dari SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO, MgO dan oksida lain seperti K_2O dan TiO_2 . Salah satu Provinsi yang kaya akan batu basalt adalah Provinsi Lampung, khususnya pada batu basalt scoria. Jumlah cadangan bahan batu basalt scoria di Provinsi Lampung adalah 318.480.000 ton dan belum optimal dieksplorasi. Berdasarkan analisis komposisi material kimia dari batu basalt scoria dari Labuhan Maringgai Lampung Timur, Indonesia, penambahan $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ sebesar 78,66%, sehingga batu basalt scoria di Labuhan Maringgai Lampung Timur, Indonesia memenuhi persyaratan ASTM C6618 bahwa komponen kimia dari material pozzolon yaitu $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ sebanyak 70%. Komponen kimia lain yang hadir dalam material yaitu tri kalsium silikat (C3S), dicalcium silikat (C2S), tri kalsium aluminat (C3A) dan ferit kalsium alumina tetra (C4AF) (Rajiman dkk, 2018).

Dengan kemajuan teknologi di era saat ini, maka perlu adanya peningkatan kualitas beton dengan nilai yang ekonomis seperti menggunakan bahan tambahan. Bahan tambahan dalam hal ini adalah menggunakan zat additive untuk meningkatkan *workability*. Penggunaan beberapa material yang terdapat pada beton mutu tinggi seperti pasir besi yang memiliki ukuran butiran yang lebih kecil sehingga sifat beton lebih tahan lama dan guna memperoleh beton yang berkualitas tinggi. Dalam pembuatan beton memerlukan material alam yang berpotensi tetapi penggunaan material tersebut belum maksimal, salah satu material tersebut adalah batu basalt scoria yang pemanfaatannya belum optimal sehingga belum tereksploitasi dan baru sebagai hasil riset saja.

BAB II

DEFINISI BETON

1. Pengertian Umum Beton

Beton merupakan bahan-bahan campuran dari beberapa material, antara lain terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Biasanya bahan campuran beton ditambah dengan yang beragam mulai dari bahan kimia tambahan, serat dan pozolan dengan perpaduan dan campuran tersebut, sehingga semua bahan penyusun dapat menyatu dalam cetakan yang akan mengeras seperti batuan.

Beton merupakan bahan bangunan yang banyak dipergunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi pada saat ini. Hal tersebut tidak terlepas dari keunggulan yang dimilikinya yaitu kemudahan dalam memperoleh bahan baku, kemudian pengerjaan dan keawetannya. Beton yang banyak digunakan dalam proyek konstruksi adalah jenis beton normal dengan kekuatan mencapai 500 kg/cm². Pada prinsipnya untuk mendapatkan beton dengan kualitas yang baik sangat dipengaruhi oleh kualitas dari bahan penyusunnya yaitu agregat halus, agregat kasar, semen dan air serta pengerjaannya. Agregat halus sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton memegang peranan penting dalam menentukan mutu beton, karena agregat merupakan bahan pengisi yang diikat oleh

semen dan air menjadi massa padat, sehingga kualitas agregat halus mempengaruhi langsung terhadap mutu beton. Agregat halus banyak tersedia langsung di alam seperti sungai-sungai atau dibuat dari pemecahan batuan alam, sehingga masing-masing sumber agregat tersebut akan mempunyai kualitas yang berkelainan tergantung dengan sumbernya dan jika dipergunakan sebagai material dalam pembuatan beton normal tentunya akan menghasilkan beton dengan kualitas yang berlainan (Suprpto, 2008: 148).

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture). Bersamaan dengan penambahan umur, beton yang akan semakin mengeras dan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari. Beton yang banyak dipakai dalam jenis struktur bangunan, jembatan atau jalan karena beton memiliki daya kuat tekan yang baik.

Secara umum beton memiliki keuntungan sebagai berikut:

1. Tahan terhadap temperatur tinggi.
2. Memiliki umur yang tahan lama.
3. Memiliki kuat tekan tinggi.
4. Biaya pemeliharaan yang lebih ekonomis.
5. Mudah didapat bahan bakunya.

2. Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton dianggap sifat yang paling penting dalam berbagai kasus. Beton baik dalam menahan tegangan tekan dari pada jenis tegangan lain, dan umumnya pada perencanaan struktur beton memanfaatkan sifat ini (Nugraha dan Antoni, 2007: 181). Kuat tekan beton

dihitung dengan membagi beban tekan maksimum yang diterima benda uji selama pengujian dengan luar penampang melintang (1974-2011).



Gambar Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin tekan, dalam benda uji yang diletakkan pada bidang tekan pada mesin secara sentris. Sehingga pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran.

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

P = Berat beban Maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm^2)

Jenis campuran akan mempengaruhi kuat tekan beton, jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi rongga-rongga

diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan. Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih mudah perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh (Mustika, 2016:38).

Pada umumnya kekuatan beton ini sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain adalah sebagai berikut:

1) Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan berat antara air dan semen *Portland* dalam campuran adukan beton. Jika semakin tinggi faktor air semen maka semakin rendah kekuatan betonnya dan sebaliknya apabila faktor air semen rendah maka kekuatan beton akan lebih tinggi.

2) Umur Beton

Umur beton sangat berperan penting terhadap kuat tekan beton yang akan terus bertambah tinggi dengan bertambahnya umur sejak dicetaknya beton. Kekuatan tekan beton akan naik dengan cepat sehingga kenaikan kekuatan tersebut akan perlahan melambat. Maka beton dianggap sudah mengeras secara sempurna pada umur 28 hari.

3) Jenis Semen

Dengan adanya jenis dan sifat yang dimiliki masing-masing semen maka keberadaan semen pada campuran beton sangatlah berperan penting terhadap kekuatan beton.

4) Jumlah Pasta Semen

Pasta semen dalam beton sangat berfungsi dalam merekatkan butir-butir agregat. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir-butir agregat terisi penuh oleh pasta semen, serta seluruh permukaan agregat terselimuti oleh pasta semen. Jika pasta semen tidak begitu banyak maka rekatan antara agregat akan kurang kuat karena permukaan agregat tidak diselimuti oleh pasta semen dan sebaliknya jika pasta semen terlalu banyak maka kuat tekan beton hanya akan didominasi oleh pasta semen sehingga kuat tekannya akan menurun.

5) Sifat Agregat

Sifat agregat mempengaruhi kekuatan pada beton seperti bentuk agregat dan kuat tekan agregat, agregat sendiri terdiri dari agregat halus atau pasir dan agregat kasar atau disebut krikil.

3. Benda Uji Beton

Benda uji beton terbagi menjadi 2 jenis yaitu kubus beton dan silinder beton. Pada berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm dan 20 x 20 x 20 cm sedangkan berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm dan 10 cm x 20 cm. Dalam buku ini benda uji beton yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm.

4. Sifat - Sifat Beton Segar

Pada umumnya dalam pembuatan beton dengan berkekuatan tinggi kita harus mengetahui sifat-sifat beton yaitu sebagai berikut:

1. *Workability* (kemudahan pengerjaan)

Workability merupakan sifat beton yang ditentukan pada kemudahan pengerjaannya, dengan melakukan

percobaan *slump* yang serupa dengan kelecakan beton. Percobaan *slump* ini dilakukan untuk mengetahui tahap dalam *workability* yang diukur dengan *slump test*. *Slump test* yang berbentuk kerucut terpancung, berdiameter pada bagian atas diameter 10 cm sedangkan diameter bawah 20 cm dan tingginya 30 cm, serta mempunyai kuping yang digunakan untuk mengangkat beton segar tersebut.

Langkah-langkah pengujian *slump test* sebagai berikut:

- a. Siapkan alat-alat *slump test* lalu basahi cetakan tersebut yang berbentuk kerucut terpancung kemudian diletakan diatas permukaan yang datar.
- b. Adukan beton dimasukan kedalam cetakan dengan adukan beton yang diisikan dalam 3 lapisan, dalam lapisan tersebut membagi tinggi cetakan masing-masing $1/3$ supaya sama tebalnya.
- c. Padatkan lapisan tersebut dengan ditusuk-tusuk menggunakan tongkat pemadat berdiameter 16 mm sepanjang 60 cm dengan setiap lapisan sebanyak 25 kali tusukan.
- d. Lakukan pengerjaan tersebut pada lapisan kedua dan ketiga.
- e. Kemudian ratakan bidang atas dari cetakan, biarkan selama 60 detik.
- f. Angkat cetakan kerucut tersebut dengan cara ditarik diatas, dan perhatikan penurunan betonnya.
- g. Setelah itu ukur tinggi *slump test*, diukur dari tinggi permukaan alat sampai puncak beton yang jatuh.

2. *Segregation* (pemisahan butiran)

Segregation yaitu kecendrungan pemisahan butir-butir agregat kasar dari campuran beton. Hal ini akan menyebabkan sarang krikil yang memicu pada keroposnya pada suatu beton. Berikut ini yang memicu terjadinya

segregation antara lain:

- a. Kurangnya beton atau campuran kurus.
- b. Kandungan airnya terlalu banyak.
- c. Ukuran besar agregat maksimum harus lebih dari 40 mm.
- d. Dalam permukaan butiran-butiran agregat kasar, jika semakin kasar permukaan butiran agregat tersebut maka lebih mudah mengalami *segregation* atau pemisah butiran.

Cara pencegahan terjadinya *segregation* antara lain:

- a. Dalam penggunaan air harus sesuai pada standar.
- b. Tinggi jatuhnya diperpendek.
- c. Layaknya ruangan yang memadai antara tulangan dengan acuan.
- d. Pada ukuran agregat wajib disesuaikan dengan syarat.
- e. Metode dalam pemadatan semestinya dilaksanakan dengan baik.

3. *Bleeding* (Naiknya Air)

Bleeding yaitu suatu proses naiknya air kedalam permukaan beton yang telah di padatkan. Air yang naik hendak membawa semen dan butir-butir halus kepada beton yang sudah mengeras sehingga membentuk selaput atau *laitance*. Karna air memiliki berat jenis terkecil dari material pembentuk beton. Penyebab terjadinya *bleeding* adalah sebagai berikut:

- a. Susunan butir agregatnya, apabila komposisi agregatnya yang sesuai kemungkinan kecil terjadinya *bleeding*.
- b. Banyaknya air, apabila semakin banyak air kemungkinan besar terjadinya *bleeding*.
- c. Kecepatan hidrasi, jika beton semakin cepat mengeras, semakin kecil pula terjadinya *bleeding*.

- d. Proses pemadatan, dalam proses ini jika dilakukan berlebihan akan menyebabkan terjadinya bleeding.

Beberapa cara untuk mengurangi *bleeding* yaitu sebagai berikut:

- a. Memberikan lebih banyak semen.
- b. Dalam penggunaan air harus sedikit mungkin.
- c. Penggunaan butir halus harus lebih banyak.

BAB III

BAHAN PENYUSUN BETON

Dalam melaksanakan pekerjaan beton, seseorang perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak sehingga perlu mengetahui karakteristik bahan penyusunnya terlebih dahulu. Bahan penyusun beton diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Semen Portland

Semen merupakan salah satu material yang memiliki peranan penting dalam komponen pembuatan beton karena berfungsi sebagai perekat bahan satu dengan bahan lainnya.

Semen *Portland* ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan dasar pembentuk semen *Portland* terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silica, alumina dan oksidasi besi. Semen *Portland* memiliki sifat-sifat yang dapat meningkatkan kekuatan. Sifat yang paling penting dari semen *Portland* ini adalah mengeras melalui suatu reaksi kimia dengan air yang disebut hidrasi, dimana hidrasi ini akan menghasilkan panas. Hidrasi ini menghasilkan pengikatan yang terjadi pada permukaan butir Trikalsium Aluminat, sehingga terjadi akan terjadi rekatan yang kuat antara agregat dalam campuran mortar (Prasetio, 2011:8). Berikut

komposisi bahan utama pembuatan semen tertera pada tabel berikut.

Tabel Komposisi Bahan Utama Semen

No	Komposisi	Persentase (%)
1.	Kapur (CaO)	60 – 65
2.	Silika (SiO ₂)	17- 25
3.	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
4.	Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6
5.	Magnesia (MgO)	0,5 – 4
6.	Sulfur (SO ₃)	1 – 2
7.	Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 – 1

Sumber: Kardiyono Tjokrodimulyo 1996

Tabel Senyawa Semen *Portland*

Nama Senyawa	Rumus Oksidasi	Notasi
Trikalsium Silikat	3CaO.SiO ₂	C ₃ S
Dikalsium Silikat	2CaO.SiO ₂	C ₂ S
Trikalium Alumina	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A
Tetrakalsium	3SaO ₄ .Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O	C ₄ AF
Aluminoferit	3	
Gypsum	CaSO ₄ .2H ₂ O	CSH ₂

Sumber: S Mindess, Francis Y. dan D. Darwin, 2003

Berikut penjelasan dari senyawa Semen *Portland* berdasarkan (Widojoko, 2010:53).

- *Trikalsium Silikat* (C_3S) = $3CaO.SiO_2$
Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dan dapat melepaskan panas, kualitas dan kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama pada 14 hari pertama.
- *Dicalcium Silikat* (C_2S) = $2CaO.SiO_2$
Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 hari sampai 28 hari, memiliki ketahanan agresi kimia yang relatif tinggi, penyusutan yang relatif rendah.
- *Trikalsium Alumina* (C_3A) = $3CaO.Al_2O_3$
Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai sejumlah besar panas, yang menyebabkan pengerasan awal, kurang ketahanan terhadap agresi kimiawi, menunjukkan desintegrasi (perpecahan) oleh sulfat yang ada di air tanah, mudah mengalami perubahan volume sehingga besar kemungkinan mengalami retak retak. Senyawa ini kurang diinginkan karena hanya memberikan sedikit sumbangan pada kekuatan mortar, dan apabila terjadi agresi sulfat, formasi calcium sulphoaluminate (ettringite) yang dihasilkan dapat menyebabkan disruction.
- *Tetracalsium Aluminoforit* (C_4AF) = $3SaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$
Adanya senyawa *Aluminoforit* kurang penting karena tidak tampak banyak pengaruh terhadap kekuatan dan sifat semen.

Semen *Portland* memiliki beberapa peraturan sesuai jenis dan penggunaan semen berdasarkan SNI 15-2049-2004 dibagi menjadi 5 jenis sebagai berikut :

- a. Jenis I yaitu semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Jenis II yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Tabel Jenis-jenis Semen *Portland* dengan Sifat-sifatnya.

Tipe semen	Sifat pemakaian	Kadar senyawa (%)				Kehalusan blaine (m ² /kg)	Kuat 1 hari (kg/cm ²)	Panas Hidrasi (J/kg)
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF			
I	Umum	50	24	11	8	350	100	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	350	900	250
III	Kekuatan awal tinggi	60	13	9	8	450	2000	500
IV	Panas hidrasi rendah	25	50	5	12	300	450	210
V	Tahan sulfat	40	40	9	9	350	900	250

Sumber: Paul Nugraha, Antoni 2007

2. Air

Air merupakan komponen utama dalam pembuatan beton karena air digunakan sebagai media pencampur material lainnya, yang berupa air bersih, tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan mutu beton itu sendiri dan pembuatan beton air setidaknya memenuhi syarat sebagai air minum atau tawar, tidak berbau dan tidak keruh. Jika pembuatan beton kelebihan air akan menyebabkan beton menjadi *bleeding*, yang dimana air akan bersama-sama semen akan bergerak menuju keatas permukaan beton segar.

Syarat penggunaan air untuk campuran beton sebaiknya menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut ini, (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992):

- a. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/ltr.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zatorganik) lebih dari 15 gr/ltr.
- c. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

Fungsi air itu sendiri pada campuran beton adalah sebagai pelumas campuran agar mudah dikerjakan dalam pelaksanaanya dan untuk media reaksi dengan semen sebagai pengikat.

3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam adukan beton. Fungsi agregat dalam beton adalah mengisi sebagian besar volume beton antara 50% sampai 80%, sehingga sifat-sifat dan mutu beton sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat dan mutu agregat yang digunakan

(Samekto dan Rahmadiyanto, 2001: 16).

Tipe agregat biasanya dibedakan menjadi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar atau disebut juga krikil merupakan hasil dari perpecahan secara alami dari batuan (batu pecah). Menurut ASTM C 33 - 03 dan ASTM C 125 - 06, agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm.

Ketentuan mengenai agregat kasar antara lain :

- a. Harus terdiri dari butir - butir yang keras dan tidak berpori.
- b. Butir - butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh - pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- c. Tidak boleh mengandung zat - zat yang dapat merusak beton, seperti zat - zat yang relatif alkali.
- d. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %. Apabila kadar lumpur melampaui 1 %, maka agregat kasar harus dicuci.

Tabel Susunan Saringan Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Susunan Ideal (%)
25,00	100	100
19,00	90 – 100	95
12,50	-	-
9,50	20 – 55	37,5
4,75	0 – 10	5
2,36	0 – 5	2,5

Sumber: ASTM C 33/ 03

Menurut SNI 03-6820-2002 agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Ukuran maksimal agregat halus adalah 4,75 mm dan memiliki ukuran minimum 0.15 mm yang umumnya disebut pasir. Agregat halus dalam beton berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga antar agregat kasar pada beton. Agregat Halus merupakan pengisi *filler* berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran saringan No.4 sampai No.100 (saringan standar Amerika).

Tabel Susunan Saringan Agregat Halus

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Susunan Ideal (%)
9,5 mm	100	100
4,75 mm	95 – 100	97,5
2,36 mm	80 – 100	90
1,18 mm	50 – 85	67,5
600 μ m	25 – 60	42,5
300 μ m	5 – 30	17,5
150 μ m	0 – 10	5

Sumber: ASTM C 33/ 03

4. Bahan Tambahan Beton

Bahan tambahan yaitu bahan selain unsur pokok pada beton (semen, air dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, baik sebelum, segera atau selama pengadukan beton dengan tujuan mengubah satu atau lebih sifat- sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras.

Fungsi- fungsi bahan tambahan anatara laian: mempercepat pengerasan, menambah kelecakan (*workability*) beton segar, menambah kuat tekan beton, meningkatkan daktilitas atau mengurangi sifat getas beton, mengurangi retak- retak pengerasan dan sebagainya. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang berakibat memperburuk sifat beton (Tjokodimuljo, 1996).

Bahan tambahan dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu *admixture* dan *additive* yaitu sebagai berikut :

- a. Yang dimaksud *admixture* adalah bahan yang bukan air, agregat maupun semen yang ditambahkan ke dalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton atau pasta semen agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, atau ekonomis untuk tujuan lain seperti menghemat energi (Nawi, 1996).
- b. Sedangkan *additive* adalah bahan tambah yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik, bahan tambah *additive* yang ditambahkan pada beton untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton. Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah bleeding, untuk mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan tambah *additive* yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan *additive* dilakukan pada beton yang kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis *additive* adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume (Rahmat, dkk

2016).

Adapun keuntungan penggunaan *additive* adalah dapat memperbaiki *workability* beton, mengurangi panas hidrasi beton, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat, meningkatkan usia beton, dan mengurangi penyusutan (Mulyono T, 2003).

Tri Mulyono menyebutkan dalam bukunya bahwa bahan tambah dibagi menjadi tujuh tipe yaitu :

- a. Tipe A "*Water-Reducing Admixture*"
Water-Reducing Admixture adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.
- b. Tipe B "*Retarding Admixtures*"
Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pematangan, menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.
- c. Tipe C "*Accelerating admixture*"
Accelerating admixture adalah bahan tambahan yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
- d. Tipe D "*Water Reducing and Retarding Admixture*"
Water Reducing and Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk

menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

- e. Tipe E "*Water Reducing and Accelerating Admixture*"
Water Reducing and Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton.
- f. Tipe F "*Water Reducing, High Range Admixture*"
Water Reducing, High Range Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.
Fungsinya untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Kadar pengurangan air dalam bahan tambah ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi. Jenis bahan tambah ini dapat berupa *superplasticizer*. Bahan jenis ini pun termasuk dalam bahan kimia tambahan yang baru dan disebut sebagai bahan tambah kimia pengurang air. Dosis yang disarankan adalah 1% sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kekuatan tekan beton.
- g. Tipe G "*Water Reducing, High Range Retarding Admixture*"
Water Reducing, High Range Retarding Admixture

adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizier* dengan menunda waktu pengikatan beton. Biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

Bahan tambah jenis Naptha 7055, yaitu bahan tambahan untuk beton berjenis *water reducer* (pengurang air) dan meningkatkan slump. Bahan tambah jenis ini dapat meningkatkan *workability* yang dapat mempermudah pengerjaan campuran beton untuk diaduk, dituang, diangkut dan dipadatkan. Dengan menambahkan bahan tambah ini ke dalam adukan beton diharapkan dapat mempermudah pekerjaan pengadukan beton. Hal ini karena Naptha 7055 yang biasa disebut *superplasticizier* adalah bahan campuran untuk beton yang berfungsi apabila dicampurkan dengan dosis tertentu dapat mengurangi jumlah pemakaian air dan meningkatkan *workability*. Namun apabila dosis yang digunakan berlebihan maka akan menyebabkan menurunnya kuat tekan beton (Tri Mulyono, 2003).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan tambahan berupa zat addictive naptha 7055 (Anggraeni, 2014). Naptha 7055 yang termasuk dalam tipe f yaitu *Superplasticizier Polycarboxylate Base* yang berfungsi untuk mengurangi air dan meningkatkan *workability*. Keuntungan dari Naptha

7055 yaitu ; Meningkatkan *workability*, Kuat tekan awal beton lebih tinggi dari beton normal, Menjaga kinerja dasar beton, Dapat diaplikasikan pada kondisi slump standar, slump tinggi, maupun slump flow, Setting time beton lebih cepat dari beton normal, Penggunaan air lebih sedikit dari beton normal, Mengurangi korositas dan segregasi pada beton, Meningkatkan durabilitas beton. Penggunaan lebih praktis, pekerjaan bisa lebih cepat. Zat *additive* jenis ini dapat diaplikasikan pada pekerjaan beton secara umum, beton yang rentan terhadap korosi, maupun beton mutu tinggi. Cocok untuk industri beton precast dan prestress serta dapat diaplikasikan pada pekerjaan struktur tinggi.

BAB IV

PENGETRIAN PASIR BESI DAN BATU BASALT SCORIA

1. Pengertian Pasir Besi

Pasir besi adalah pasir yang banyak mengandung besi. Pasir besi merupakan salah satu hasil dari sumber daya alam pasir besi banyak dijumpai di daerah pesisir pantai, salah satunya Pesisir Barat.

Pasir besi mempunyai komposisi oksida besi (Fe_2O_3), silika dioksida (SiO_2), dan Magnesium (MgO) dan ukuran butiran 80-100 mesh berpotensi untuk digunakan sebagai cementitious dalam produksi beton mutu tinggi. Hasil penelitian nilai kuat tekan silinder beton dengan tambahan 5% serbuk pasir besi menunjukkan hasil yang maksimum yaitu mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 3,64% dibandingkan dengan beton mutu normal tanpa tambahan serbuk pasir besi. Modulus elastisitas



beton dengan 5% serbuk pasir besi mengalami peningkatan sebesar 8,68% dibandingkan dengan beton normal tanpa tambahan serbuk pasir besi (Suryadi, 2001 dalam Prasetio, 2011).

Gambar Pasir Besi

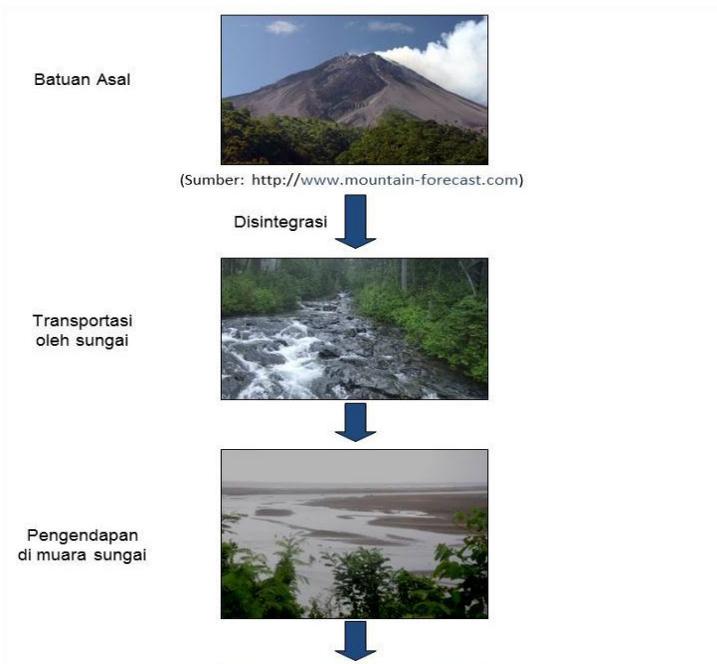
Pasir besi adalah sejenis pasir dengan konsentrasi besi yang signifikan. Hal ini biasanya berwarna abu-abu gelap atau berwarna kehitaman. Telah diketahui bahwa endapan pasir besi dapat memiliki mineral-mineral seperti magnetik, hermatik, dan maghemit (Yulianto, 2002).

2. Proses Terbentuknya Pasir Besi

Pasir besi adalah endapan pasir yang mengandung partikel besi (magnetit), yang terdapat di sepanjang pantai, terbentuk karena proses penghancuran oleh cuaca, air permukaan dan gelombang terhadap batuan asal yang mengandung mineral besi seperti magnetit, ilmenit, oksida besi, kemudian terakumulasi serta tercuci oleh gelombang air laut. Pasir besi terdiri dari magnetit, titaniferous magnetit, ilmenit, limonit, dan hematit. Pasir besi terutama berasal dari batuan basaltik dan andesitik vulkanik (www.tekmira.esdm.go.id). Pasir besi secara umum, banyak dipakai dalam industri diantaranya sebagai bahan baku pabrik baja dan bahan magnet dengan mengambil bijih besinya, pabrik keramik dan bahan refractory dengan mengambil silikatnya (Austin, 1985).

Pembentukan endapan pasir besi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain batuan asal, proses perombakan, media transportasi, proses serta tempat pengendapannya. Sumber mineral endapan pasir besi pantai sebagian besar berasal dari batuan gunung api bersifat andesit-basal. Proses perombakan terjadi akibat dari pelapukan batuan karena proses alam akibat panas dan hujan yang membuat butiran mineral terlepas dari batuan. Media transportasi endapan pasir besi pantai antara lain: aliran sungai, gelombang, dan arus laut. Proses transportasi membawa material lapukan dari batuan asal,

menyebabkan mineral-mineral terangkut hingga ke muara, kemudian gelombang dan arus laut mencuci dan memisahkan mineral-mineral tersebut berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Di daerah pantai mineral-mineral diendapkan kembali oleh gelombang air laut yang menghempas ke pantai, akibat hempasan tersebut sebagian besar mineral yang mempunyai berat jenis yang besar akan terendapkan di pantai, sedang mineral yang berat jenisnya lebih ringan akan kembali terbawa oleh arus balik kembali ke laut, demikian terjadi secara terus menerus hingga terjadi endapan pasir besi di pantai. Tempat pengendapan pasir besi umumnya terjadi pada pantai yang landai, sedangkan pada pantai yang curam sulit terjadi proses pengendapan (Hilman, dkk 2014).





Gambar Proses Pembentukan Pasir Besi

3. Manfaat Dan Kegunaan Pasir Besi

Pasir besi yang biasanya digunakan dalam berbagai bidang, berikut manfaat dan kegunaan dari pasir besi:

- a. Pemakaian pasir besi sebesar 80% dari berat pasir besi total mampu memberikan kuat tekan maksimum diantara kadar pasir besi yaitu 42,65 Mpa dan dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 28,41% dibandingkan beton normal.
- b. Pemakaian pasir besi sebesar 80% dari berat pasir total mampu memberikan kuat tekan maksimum diantara kadar pasir besi yaitu 3,07 Mpa dan meningkatkan kuat tarik belah sebesar 4,84% dibandingkan beton normal.
- c. Pada pasir besi ini meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah hingga 80% hal ini dimungkinkan karena selain sifat filler juga sifat kimiawi pasir besi yang mengandung SiO_2 sehingga membantu kinerja semen sebagai bahan pengikat.

Berdasarkan hasil penelitian Agus dan Midu (2019), pemakaian pasir besi sebagai bahan tambahan agregat halus dalam pembuatan beton, guna meningkatkan kuat tekan beton dengan menambahkan persentase pasir besi dan umur beton, semakin bertambahnya persentase pasir besi dan umur beton maka semakin pula meningkatnya kuat tekan beton.

4. Pengertian Batu Basalt Scoria

Basalt adalah batuan beku bersifat basa yang terbentuk dari proses pembekuan magma dipermukaan atau dekat permukaan bumi. Karena terbentuk pada permukaan bumi maka termasuk ke dalam batu ekstrusif (vulkanik). Pada saat sekarang basalt sebagian besar terbentuk sebagai lava. Penyebaran dari lava basalt sangat luas sekali bahkan sampai 200.000 mil² dan dengan ketebalan maksimum 6000 ft (Karyanto, 2001).



Gambar Bentuk Batuan Basalt.

Batu basalt memiliki warna abu-abu hingga hitam, teksturnya keras dan padat. Basalt secara kimiawi kaya dengan

oksida silikon, besi, magnesium, kalsium, natrium, dan kalium bersama dengan jejak alumina. Tabel berikut menunjukkan distribusi persentase keseluruhan komposisi kimia dari basalt. Hingga distribusi geografis untuk 33% dari kerak bumi terdiri dari basalt, sehingga sangat melimpah. Tabel 2.6 menunjukkan distribusi persentase keseluruhan komposisi kimia dari basalt (Prasad, 2017 dalam Noviani, 2019).

Tabel Komposisi Kimia Dari Batuan Baslt

No	Komposisi kimia Batuan Basalt	Presentase%
1.	Silikon dioksida (SiO_2)	52,8
2.	Alumunium oksida (Al_2O_3)	17,5
3.	Besi oksida (Fe_2O_3)	10,3
4.	Magnesium oksida (MgO)	4,63
5.	Kalsium oksida (CaO)	8,59
6.	Natrium oksida (Na_2O)	3,34
7.	Kalium oksida (CaO)	1,46
8.	Titanium oksida (TiO_2)	1,38
9	Fosfor pentoksida (P_4O_{10})	0,28
10	Magnesium oksida (MnO)	0,16
11.	Chromium oksida (CrO_2)	0,06

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rajiman dan Listari, (2019), menyatakan bahwa pemanfaat batu basalt scoria sebaagai salah satu bahan bangunan yang dapat menjadi salah satu pengganti batu kapur yang dikenal sebagai salah satu bahan pembuat semen. Dalam penelitian tersebut menganalisa serbuk batu basalt dan menganalisis kadar optimum pada variasi suhu campuran serbuk batu basalt yang paling efektif untuk menghasilkan kuat tekan beton. Artinya, penambahan serbuk batu basalt yang telah dipanaskan dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Kecuali itu teksturnya juga bersifat afanatik yang tersusun dari mineral amfibol dan gelas vulkanik. Batu ini dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu batu basal alkali dan batu basal tholeitik.

- Batu basal alkali yaitu batu basal yang memiliki kandungan Na_2O dan K_2O yang lebih besar dari batu basal tholeitik. Batu basal alkali ini juga mengandung *plagioklas-Ca*, *titanium augit*, *fenokris olivin*, dan oksida besi, batuan ini bersifat *underaturated* yang ditemukan di daerah kerak benua yang mengalami *rifting*. Selain itu, batu basal juga dapat dijumpai di *updomed continental crust* atau kerak benua berbentuk kubah yang terangkat, dan juga pulau-pulau *oceanic*.
- **Batu basal tholeitik memiliki kadar** Na_2O dan K_2O yang jauh lebih sedikit dari pada batu basal alkali, memiliki kandungan *pigeonit*, *augit subklasik*, dan *interstitial glass*. Batu basal tholeitik dapat ditemukan sebagai lava atau magma ekstrusi yang sangat besar. Begitu besarnya volume magma tersebut sehingga membentuk plato di kerak benua. Hal tersebut dapat dilihat di Deccan Trap, India. Selain itu, batu basal tholeitik juga dapat ditemukan di lantai samudera.

5. Proses Terbentuknya Batu Basalt

Dalam batu basalt terdapat tahap-tahap proses terbentuknya yaitu sebagai berikut:

1. Pada awalnya, magma yang merupakan asal dari segala jenis batuan melakukan pergerakan menuju ke permukaan bumi.
2. Gas-gas yang berada pada perut bumi selanjutnya mem-

beri tekanan pada magma. Proses keluarnya magma yang dikenal dengan istilah erupsi. Erupsi tersebut dapat berupa letusan gunung berapi.

3. Material erupsi dapat melesat ke daratan ataupun lautan. Sedangkan magma/lava pembentuk batu basal yang ditemukan di bawah permukaan air sungai, danau maupun laut disebut dengan *bantal lava*.
4. Setelah terjadi letusan, magma yang berada di atas permukaan bumi akan mengalami pembekuan. Pembekuan tersebut berlangsung begitu cepat dan disertai terlepasnya gelembung gas karbondioksida yang berada pada magma.
5. Pada akhirnya hasil pembekuan magma tersebut akan menjadi batu basal dan batuan beku ekstrusif lainnya.

6. Manfaat Batu Basalt

Manfaat dari batu basalt dalam bidang konstruksi bangunan yaitu sebagai berikut:

- **Sebagai ornamen bangunan:** Batu basal yang dipotong kemudian dihaluskan permukaannya dapat dijadikan ornamen bangunan seperti monumen, ubin lantai dan juga tugu.
- **Sebagai agregat bangunan:** Batu basal yang dihan-curkan dapat digunakan sebagai pondasi penguat bangunan. Implementasinya yaitu digunakannya batu basal pada pembuatan pondasi landasan pesawat, jalan, dan pondasi rel kereta api. Selain itu, batu basal juga digunakan sebagai agregat aspal, agregat beton dan agregat trotoar.

PENGUJIAN BAHAN DASAR BETON

Pengujian bahan dasar beton ini dilakukan untuk mengetahui Karakteristik bahan dalam pembuatan beton yang akan digunakan dalam rancangan campuran atau *mix design*. Pengujian bahan dasar seperti agregat halus dan agregat kasar.

1. Agregat Kasar

Dalam tahap ini dilakukan pengujian serta pemeriksaan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dari agregat kasar yang akan digunakan terhadap bahan campuran beton. Pengujian ini terdiri dari :

- a. Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengukur berat jenis krikil dalam keadaan SSD atau kondisi kering permukaan.
- b. Pengujian kekerasan pada agregat kasar yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan pada agregat tersebut dengan cara memberi tekanan pada benda uji.
- c. Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan pemisah butir agregat kasar menggunakan dengan saringan dan untuk mengukur gradasi distribusi dari krikil yang akan digunakan nantinya.
- d. Pengujian kadar air dilakukan untuk mengukur kelembaban atau kadar air agregat kasar/krikil pada

keadaan kering oven.

- e. Berat volume pengujian berat volume krikil yang bertujuan untuk mengukur suatu berat volume atau berat isi krikil, yaitu perbandingan antara berat krikil dengan volume cetakan.

2. Agregat Halus

Dalam tahap ini pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari agregat halus yang akan digunakan sebagai material dalam campuran pembuatan beton. Pengujian agregat halus antara lain:

- a. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus bertujuan untuk menentukan berat jenis agregat halus dengan kondisi SSD atau kondisi kering permukaan.
- b. Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan pemisah butir agregat halus menggunakan dengan saringan dan untuk mengetahui gradasi dari agregat halus/pasir yang akan digunakan.
- c. Pengujian kadar lumpur bertujuan untuk mengetahui kandungan lumpur dalam pasir, agregat halus yang digunakan, dalam hal ini adalah pasir besi, dan pasir gunung sugih.
- d. Pengujian kadar air dilakukan untuk mengukur kelembaban atau kadar air agregat halus/pasir pada keadaan kering oven. Jika agregat halus yang basah banyak mengandung air akan membuat campuran juga lebih basah dan begitu sebaliknya.
- e. Berat volume pengujian berat volume pasir yang bertujuan untuk mengukur suatu volume atau isi pasir, yaitu perbandingan antara berat pasir dengan

volume cetakan.

Pengujian material dalam laboratorium ini dilakukan untuk mengetahui apakah material yang akan digunakan dalam pembuatan beton sesuai dengan standar ASMT atau tidak, jika pengujian material tersebut memenuhi standar ASMT maka dilakukan proses berikutnya yaitu *mix design* atau rancangan campuran beton. Begitu sebaliknya jika pengujian material tidak memenuhi standar ASMT maka dilakukan pengujian ulang pada material.

3. Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Rancangan campuran pembuatan (*mix design*) dilakukan untuk mengetahui proporsi kebutuhan material seperti krikri, pasir, semen, dan air. Metode perhitungan yang digunakan dalam perencanaan campuran beton adalah Metode SNI 03-2834-2000.

Adapun tahapan yang dilakukan dalam perencanaan campuran beton adalah sebagai berikut ini :

1. Menetapkan kuat tekan beton ($f'c$) pada umur 28 hari
2. Menetapkan nilai deviasi standar (S).

Nilai deviasi standar diperoleh dari tabel berikut:

Tabel Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan.

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2

Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Sumber: SNI 03-2834-2000

3. Penghitungan Nilai Tambah (M).

Nilai standar margin dihitung dengan rumus $M = 1,64 \times S_d$.

4. Menetapkan Kuat Tekan Rata-rata Yang Direncanakan (f'_{cr})

Kuat tekan yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

5. Penetapan Jenis Semen.

6. Jenis Agregat Halus.

7. Jenis Agregat Kasar.

8. Menetapkan Faktor W/C

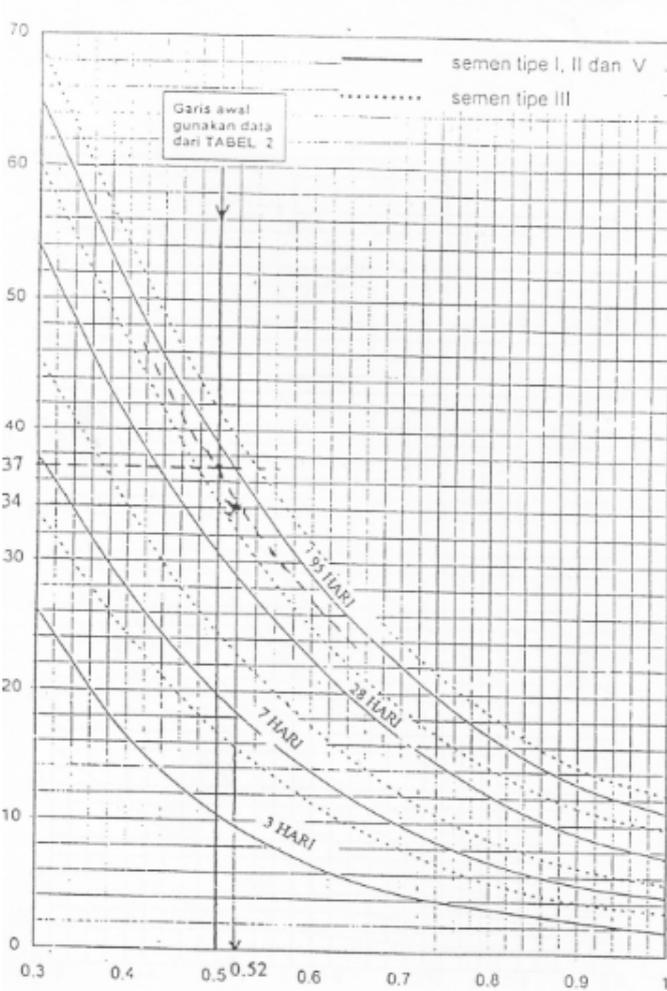
Air Semen dengan cara menggunakan grafik pada beton yang direncanakan umur 28 hari. Perkiraan kekuatan tekan dari Tabel 3.2 dapat diketahui dari jenis semen, jenis agregat, bentuk benda uji yang digunakan dan umur beton pada kekuatan tekan dan akan didapatkan kekuatannya.

Tabel Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)					Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (hari)					
		3	7	28	91		
Semen Portland Tipe 1	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder	
	Batu pecah	19	27	37	45		
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus	
	Batu pecah	23	32	45	54		
Semen Portland Tipe III	Batu tidak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder	
	Batu pecah	25	33	44	48		
	Batu tidak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus	
	Batu pecah	30	40	53	60		

Sumber: SNI 03-2834-2000

Gambar Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen rata-rata silinder beton sebagai perkiraan nilai fas.



Sumber: SNI 03-2834-2000

9. Faktor Air Semen Maksimum.

Setelah menentukan nilai fas dari gambar di atas, kemudian dilanjutkan dengan menentukan fas maksimum yang ditentukan pada tabel berikut.

Tabel Jumlah Semen Minimum dan F.a.s. Maksimum

Jenis Konstruksi	Jumlah Semen min./ m ³ Beton (kg)	Nilai F.a.s Maksimum
Beton dalam ruang bangunan		
• Keadaan keliling non korosif	275	0,60
• Keadaan keliling korosi disebabkan oleh kondensasi atau uap-uapan korosif.	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan		
• Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,55
• Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah		
• Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
• Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	375	0,52
Beton yang kontinu berhubungan dengan air		
• Air tawar		
• Air laut		

Sumber: SNI03-2834-2000

Tabel Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat

Kelas Campuran Sulfat	Konsentrasi Sebagai SO ₄			Tipe Semen	Kandungan Semen			Faktor Air Semen
	Dalam Taruhan		Sulfat (SO ₄) dalam air terasasi		Kandungan Semen			
	Total SO ₄ (%)	SO ₄ dalam campuran Air						
1	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe dengan atau tanpa pozzolan (15-40%)	80	300	360	0,5
2	0,2-0,5	1,0-1,9	0,3-1,2	Tipe dengan atau tanpa pozzolan (15-40%)	290	330	360	0,5
				Tipe pozzolan (15-40%) atau semen portland pozzolan	270	310	360	0,55
				Tipe III atau tipe V	250	290	340	0,55
3	0,5-1	1,9-3,1	1,2-2,5	Tipe pozzolan (15-40%) atau semen Portland pozzolan	240	390	430	0,45
4	1,0-2,0	3,1-5,6	2,5-5,0	Tipe III atau tipe V	290	330	390	0,5
				Tipe III atau tipe V	330	370	420	0,45
5	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe III atau tipe V/Bolesan petung	330	370	420	0,45

Sumber: SNI 03-2834-2000

Tabel Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air

Jenis Beton	Kondisi Lingkungan Berhubungan	Faktor Air Semen Maksimum	Tipe Semen	Kandungan Semen	
				Minimum (kg/m ³)	Ukuran Nominal
				40 mm	20 mm
Bertulang atau Prategang	Air tawar	0,5	Tipe – V	280	300
	Air payau	0,45	Tipe I+ Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380
	Air laut	0,5	Tip ell atau Tipe V Tipe II atau Tipe V		

Sumber: SNI 03-2834-2000

10. Penetapan Nilai *Slump*.
11. Penetapan Ukuran Butir Agregat Maksimum.
12. Menetapkan Kadar Air Bebas.

Untuk menentukan kadar air bebas, gunakan data ukuran agregat maksimum, jenis batuan, dan slump rencana. Setelah didapatkan hasil perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton, kemudian jumlah kebutuhan air dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$W = \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$$

Dimana :

W adalah kadar air bebas

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

Tabel Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik Beton

Besar Ukuran Maks. Kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump			
		0-10	30-60	30-60	60- 80
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batuan Pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batuan Pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batuan Pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI 03-2834-2000

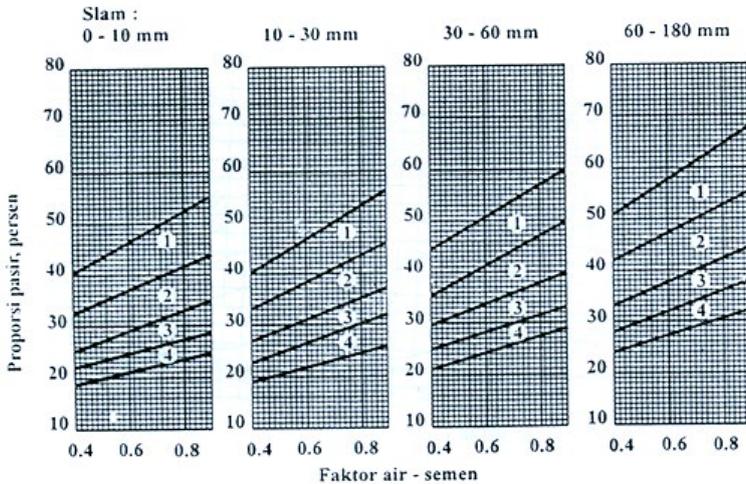
13. Menghitung Kebutuhan Semen hasil langkah (12) dibagi nilai fas.
14. Menetapkan Kebutuhan Semen Yang Digunakan.
15. Menentukan Persentase Agregat Halus Dan Kasar.
 Persentase ditentukan oleh besar maksimum agregat kasar, nilai slump, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Untuk menentukan persentase jumlah agregat halus dapat dilihat pada tabel di bawah dan nantinya akan memperoleh nilai dari grafik di bawah.

Tabel Batas Gradasi Pasir

Ukuran Saringan (mm)	Lolosan Saringan/Ayakan			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
9.6	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2.4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1.2	30 – 70	55 – 100	75 – 100	90 – 100
0.6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0.3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 -50
0.15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber: SNI 03-2834-2000

Gambar grafik presentase agregat halus terhadap agregat



Sumber: SNI 03-2834-2000

Nilai persentase agregat halus dan agregat kasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$\%AH = \frac{\text{nilai dari grafik}}{2}$$

$$\%AK = 100\% - \%AH$$

Dapat diperoleh dengan = 100% - persentase agregat halus.

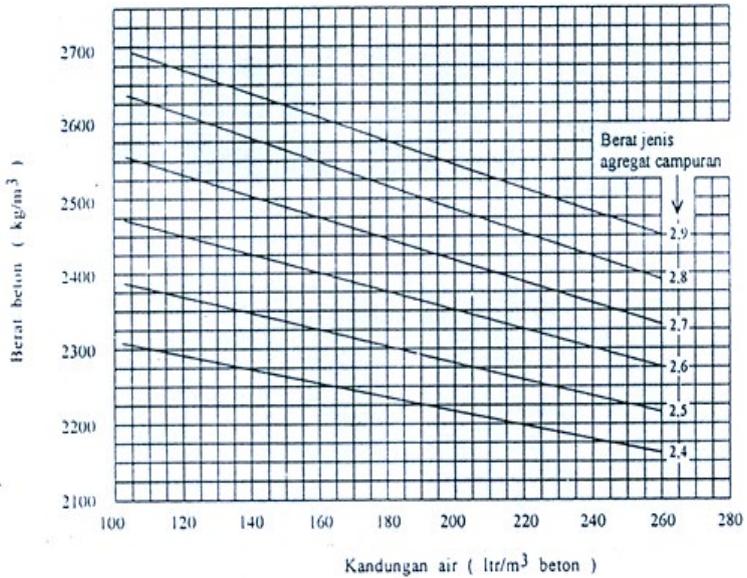
16. Berat Jenis Agregat Campuran

$$BJ \text{ gabungan} = \%AH \times BJ_{AH} + \%AK \times BJ_{AK}$$

17. Menentukan Berat Isi Beton

Berat isi beton basah ditentukan dengan memasukkan berat jenis agregat gabungan dan kadar air bebas.

Gambar grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan serta beton



Sumber: SNI 03-2834-2000

18. Menghitung Proporsi Campuran Beton

Proporsi campuran yang dihitung adalah proporsi campuran kebutuhan material penyusun beton.

$$W_{AH} = (W_{\text{Isi beton basah}} - W_{\text{semen}} - W_{\text{air}}) \times \% \text{ AH}$$

$$W_{AK} = (W_{\text{Isi beton basah}} - W_{\text{semen}} - W_{\text{air}}) \times \% \text{ AK}$$

19. Proporsi Campuran untuk 1 m3 beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, I., and Midu, M. (2019). Studi Eksperimental Subtitusi Pasir Besi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil*, 41(2), 84–93.
- Ahadi. (2009). “Kelebihan Beton” Diambil dari: <http://www.ilmusipil.com/kelebihan-dan-kekurangan-beton-sebagai-material-bangunan>.
- Antoni dan Paul Nugraha. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Anggraeni, S. S. (2014). Pengaruh Kadar Zat Addtive Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Mutu Tinggi.
- ASTM C 33/03. Standard Spesification for Concrete aggregates.
- Austin, GT. (1985). *Shreve’s Chemical Process Industries*, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 2847:2013”. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standardisasi Nasional, 1–34.
- Batu Basalt: Pengertian, Proses dan Jenisnya: <https://ilmugeografi.com/geologi/batu-basalt>
- Hilman, M. P, D. (2014). *Pasir Besi Di Indonesia Geologi Eksplorasi dan Pemanfaatannya*. Pusat Sumber Daya Geologi.
- Karyanto O, Naiem M, and Suhardi. (2001). *Additional activities to ex situconservation of Paraserianthes falcataria*. UGM.

Yogyakarta

- Kasmirah. (2017). Pengaruh Penambahan Serbuk Kulit Kerang (Anadarah Granosa) Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Berbahan Dasar Pasir Besi. In Uin Alauddin Makasar.
- Luga, E. and Atis, C. D. (2016). Strength Properties of Slag/Fly Ash Blends Activated with Sodium Metasilicate and Sodium Hydroxide+Silica Fume. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 60(2), 223–228. <http://dx.doi.org/10.331/PPci.8270>
- Mulyono, Tri. (2003), *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI Yogyakarta.
- Mustika, Wayan., IM. Alit K.Salain., I. S. (2016). Penggunaan Terak Nikel Sebagai Agregat Dalam Campuran Beton. *Jurnal Spektran*, 4(2), 38.
- Nawy, E.G. (1996). *Reinforcement Concrete a Fundamental Approach (Third Edition)*. Preintice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Noviani, D., & Fisika, J. (2019). Pengaruh Variasi Konsentrasi Material Slag Mangan Dan Basalt Pada Produk Mortar Komposit Dengan Menggunakan Semen PCC. Hal 14.
- Posted, (2018). “Mengenal Sifat-Sifat Beton” Diambil dari: <https://sasaqqagah14.wordpress.com/2018/05/18/mengenal-sifat- sifat- beton/>
- Prasetyo, A. M. Y. (2011). Positas Dan Permeabilitas Beton Menggunakan Pasir Tailing Tambang Timah Dan Pasir Besi.
- Rahmat, Hendriyani, I., Awar, S. M. (2016). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Reduced Water Dan Accelerated Admixture. *Info Teknik*, 17(2), 210.
- Rajiman., And Listari, V. (2019). Analisis Variasi Suhu

Pemanasan Serbuk Batu Basalt Sebagai Bahan Pengisi Ordinary Portland Cement Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Edisi Desember, 7(4), 515–524.

Rajiman., And Widodojoko, L. (2011). Kinerja Mortar Abu Basalt Skoria Dengan Menggunakan Semen Serbaguna Baturaja Dan Superplasticiser Structuro 335. Jurnal Teknik Sipil UBL, 2(1).

Rajiman., Alisjahbana, S. W., Riyanto, H., Hasyim, C., Setiawan, M. I., Harmanto, D., & Wajdi, M. B. N. (2018). Substitution Local Resources Basalt Stone Scoria Lampung, Indonesia, as a Third Raw Material Aggregate to Increase The Quality of Portland Composite Cement (PCC). International Journal of Engineering and Technology(UAE), 7(2), 484–490.

S. Mindess, Y. Francis, & D. Darwin. (2003). Komposisi Senyawa Utama Semen.

Samekto, Wuryati & Rahmadiyanto, Candra. (2001). Teknologi Beton. Yogyakarta: Kanisius.

SNI 02-6820-2002 Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Balitbang PU.

SNI 15-2049-2004. Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional (BSN).

Sunaryo dkk. (2010). Metode Pembelajaran Bahan Magnet dan Identifikasi Kandungan Senyawa Pasir Alam Menggunakan Prinsip Dasar Fisik.

Tjokrodimuljo, K., (2007), Teknologi Beton, Nafiri, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, Kardiyono. (1996). Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas

Gadjah Mada.

Tjokrodimulyo, Kardiyono, (1992), TEKNOLOGI BETON, Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Widojoko, L. (2010). Pengaruh Sifat Kimia Terhadap Unjuk Kerja Mortar. Jurnal Teknik Sipil UBL, 1(1), 52-59.

Yulianto, A., Bijaksana, S. & Loeksmanto, W. (2002). Karakteristik Magnetik Dari Pasir Besi Cilacap. Jurnal fisika, Himpunan Fisika Indonesia, Suplemen prosiding, Hal A5-05 27.

PROFIL PENULIS



Rajiman, lahir di Pondok, Klaten, Jawa Tengah pada 12 Maret 1973, putra dari pasangan Bapak almarhum Karto Pawiro dan Ibu Parmis. Penulis menyelesaikan pendidikan formal SDN 08 Karang Anyar pada tahun 1987, SMP Adhitama Karang Anyar pada tahun 1990, SMKN 02 Tanjung Karang pada tahun 1993. Meraih gelar Sarjana tahun 2001, Magister Teknik tahun 2011 dari Universitas Bandar Lampung, Magister Manajemen tahun 2014 dari Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Program Doktor Teknik Sipil tahun 2017 dari Universitas Taruma Nagara Jakarta. Profesi Insinyur diperoleh tahun 2020 dari Universitas Lampung dan Profesi Insinyur Madya tahun 2020 dari Persatuan Insinyur Indonesia (PII).

Penulis juga aktif di berbagai organisasi, antara lain menjadi Pengurus Perkumpulan Tenaga Ahli Konsultan Indonesia (Pertahkindo) Provinsi Lampung, Wakil Ketua Pengurus Persatuan Insinyur Indonesia wilayah Kota Bandar Lampung,

Direktur Utama PT. Praba Laksita Nusantara Provinsi Lampung, Direktur Lembaga Kajian Manajemen Konstruksi Dan Bisnis (LKMK-DBS) Provinsi Lampung, Sekretaris Asosiasi Tenaga Ahli Konstruksi Indonesia (ATAKI) Provinsi Lampung, Komisaris CV. Rajsa Indotama Construction Provinsi Lampung, Komisaris CV. Teacnic Tri R Perdana Construction Provinsi Lampung dan Sekretaris Lembaga perencanaan dan Pengembangan Universitas Bandar Lampung. Penulis juga aktif menulis di berbagai jurnal, baik nasional maupun internasional. Dan juga sudah menerbitkan berbagai macam buku, antara lain buku yang berjudul BATU BASALT SCORIA: Aplikasinya Sebagai Bahan Pengisi Produksi Semen PCC (cet.2018). Buku ini merupakan buku keduanya.

Penulis dapat dihubungi melalui HP: 0812-7286-0454, email: rajiman.mt@gmail.com