

PEMANFAATAN ABU BATANG PISANG SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON

A. Junaidi

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Abstrak

Berbagai macam inovasi yang dilakukan untuk meningkatkan mutu dan kualitas dari semen terutama dari bahan pembentuk beton, yaitu air, semen, dan agregat kasar maupun halus. Untuk mendapatkan beton dengan suhu optimal yang akan digunakan dalam suatu struktur konstruksi memerlukan perencanaan beberapa desain campuran beton. Selain itu mutu beton sangat dipengaruhi oleh mutu dan komposisi material pembentuknya, perawatan dan adanya bahan tambahan. Bahan tambahan ini dicampurkan dalam campuran beton untuk menghasilkan kekuatan beton yang bermutu tinggi. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x15 cm dengan delapan variasi. Setiap satu variasi lima buah benda uji, delapan variasi tersebut yaitu normal, kondisi penambahan abu batang pisang 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 17,5%, dan 20%. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Dari hasil pengujian di laboratorium terhadap 8 variasi yang dilakukan pada beton umur 28 hari, maka didapat hasil kuat tekan didapatkan hasil untuk penambahan abu batang pisang 15% terhadap beton normal didapat kuat tekannya sebesar 255,18 kg/cm², Kondisi ini adalah kondisi yang paling optimum dengan peningkatan kuat tekan beton yang terjadi adalah 15% dari beton normal.

Kata kunci : abu batang pisang, kuat tekan beton, SiO₂

PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen dan air, serta kadang-kadang ditambahkan bahan tambah yang lain dengan perbandingan tertentu. Sampai saat ini beton masih sangat disukai untuk pekerjaan-pekerjaan konstruksi, selain mudah didapat beton juga memiliki keistimewaan, antara lain mampu menahan gaya tekan, dapat diproduksi dalam jumlah yang besar secara bersamaan (sistem pabrikasi) dan juga dapat dibentuk sesuai yang diinginkan. Hingga saat ini penggunaan beton sebagai bahan konstruksi berkembang dengan pesat. Ini disebabkan beton memiliki ketahanan dalam jangka panjang, relatif aman terhadap api jika dibandingkan dengan kayu dan baja, serta dapat juga digunakan untuk berbagai jenis konstruksi.

Penelitian tentang beton telah dilakukan sejak lama, berbagai macam penelitian mengenai beton baik materialnya, komposisi, bahan tambahan dan lain-lain telah banyak dilakukan oleh para ahli. Penelitian tersebut terus berlangsung hingga sekarang ini. Tujuan dari semua itu adalah untuk menciptakan beton yang berkualitas baik dan bermutu tinggi. Diantara bahan tambah yang dapat dipergunakan dalam konstruksi beton adalah limbah perkebunan yaitu abu batang pisang.

Batang pisang merupakan salah satu tanaman yang telah lama dikenal oleh masyarakat. Tanaman ini cukup mudah dibudidayakan dan sangat cocok dengan iklim Indonesia. Adapun bagian-bagian batang pisang yang dapat dimanfaatkan yaitu kulitnya sebagai pakan ternak serta mengandung serat 53 - 65% sehingga dimanfaatkan sebagai bahan pembuat kertas, tali kapal dan lain sebagainya. Untuk menghasilkan serat yang berkualitas baik lama penjemuran adalah 4 - 6 jam, serat dengan kualitas sedang dijemur antara 8 - 10 jam, sedangkan untuk serat berkualitas kasar diperlukan waktu antara 20 - 22 jam (Iman Hilman, 2001).

Menurut hasil penelitian Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan (BARISTAND INDAK), kadar SiO₂ yang terkandung pada abu batang pisang yaitu 52,72%. Penggunaan abu batang pisang ini sangat memungkinkan karena selain memiliki kadar SiO₂, juga banyak tersedia serta proses pembuatan yang mudah dilakukan. Oleh karena itu dalam penelitian ini memanfaatkan abu batang pisang tersebut sebagai bahan tambah dalam campuran beton untuk meningkatkan kuat tekan beton K₂₂₅

Permasalahan dalam penelitian ini adalah persentase penambahan abu batang pisang yang paling baik, sehingga menghasilkan mutu beton maksimum. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sejauh mana pengaruh variasi penambahan abu batang terhadap peningkatan kuat tekan beton. Dalam penelitian ini batasan masalah hanya dititik beratkan pada pengujian penambahan bahan tambah yang dipakai untuk pengadukan beton sehingga tercapai karakteristik beton yang optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

Umum

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu - batuan yang direkatkan oleh bahan pengikat semen. Beton dibentuk dari campuran agregat halus, agregat kasar dan ditambah pasta semen sebagai bahan pengikat. Campuran dari bahan - bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, agar dapat menghasilkan beton segar yang mudah dikerjakan. Dalam pengertian lain beton merupakan batu - batuan yang terjadi sebagai hasil pengerasan suatu campuran tertentu dari semen, air, agregat (batu koral dan pasir).

Perbandingan yang optimal antara agregat campuran yang bentuknya berbeda - beda sehingga pembentukan beton dapat dimanfaatkan oleh seluruh material. Dengan demikian kita dituntut untuk merancang dan merencanakan perbandingan campuran yang tepat sesuai komposisi unsur pembentukan beton yaitu agregat kasar + agregat halus (60% - 80%), semen (7% - 15%), air (14% - 21%), udara (1% - 8%). Tujuan dari perencanaan campuran ialah untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan kasar serta air yang memenuhi persyaratan berikut ini :

1. *Workabilitas*, untuk memenuhi workabilitasnya yang cukup, pencetakan dan pepadatan beton sepenuhnya dengan peralatan yang tersedia. Pemilihan workabilitas merupakan tanggung jawab pemborong sepenuhnya dan hal ini sangat penting, terutama apabila beton dipompa atau ditertakan. Campuran harus kohesif dan terhindar dari kemungkinan keropos *water gain* (berkumpulnya air dibawah partikel agregat sebagai akibat *bleeding*) dan kesukaran lain sebagai akibat segregasi.
2. *Durabilitas* atau sifat awet berhubungan dengan kekuatan desak, semakin besar kekuatannya maka semakin awet betonnya.
3. Kekuatan desak, kuat desak yang dicapai pada umur 28 hari (umur yang ditentukan) harus memenuhi persyaratan yang diberikan oleh perencana kontruksinya.

4. Penyelesaian akhir dari permukaan beton. Kohesi yang kurang baik dapat merupakan salah satu sebab penyelesaian akhir yang kurang baik, bila beton dicetak pada acuan tegak, seperti goresan pasir dan variasi warna dan dapat juga mendatangkan seukuran didalam menambal bidang horizontal menjadi suatu penyelesaian akhir yang halus dan padat.

Pohon Pisang

Pisang merupakan salah satu tanaman buah yang telah lama dikenal oleh masyarakat. Tanaman ini cukup mudah untuk dibudidayakan dan sangat cocok dengan iklim di Indonesia. Terdapat varietes pisang yang dibudidayakan di Indonesia yaitu *Dwarf cavendish*, *Grand nain*, dan *William*.

Bagian - bagian pisang selain dikonsumsi, ada juga yang dapat dimanfaatkan yaitu batang pisang, karena mengandung serat sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pembuat kertas, tissue, kain, dan tali kapal. Selain itu tanaman pisang masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat terutama bagian batangnya yang dibuang dan menjadi limbah. Melihat dari kondisi di lapangan terutama limbah batang pisang, maka peneliti memperhitungkan untuk perlunya memanfaatkan hal ini agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah untuk campuran beton. Disini jenis batang pisang yang pakai untuk penelitian yaitu Pisang Abaka (kembang pisang) karena batang pisang banyak memiliki serat yang cukup tinggi. Menurut hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen serat abaka dalam satu batang diambil 5 - 9 pelepah dengan berat serat antara 0,24 - 0,7 kg. Komponen kimia yang sangat menonjol adalah kadar heloselulosa sebesar 78% - 81%, sedangkan rendemen pulp yang berasal dari serat 53% - 65%, rendemen pulp yang bersal dari pelepah (tanpa dibuat serat) 43% - 46%, apla selulosa 31% dan pontose 25%. (Sipon Muladi dan Suriansyah, 2002).

Penggunaan batang pisang abaka ini sangat memungkinkan karena selain memiliki kadar SiO₂ yang cukup tinggi yaitu 57,22%, batang pisang ini juga banyak tersedia, serta proses pembuatan yang mudah dilakukan dan juga bersifat mempertinggi mutu beton.

Keuntungan

1. Dapat bereaksi dengan zat kapur.
2. Dapat menutupi pori - pori pada beton
3. Meningkatkan kekuatan pada mutu beton
4. Mempermudah pengerjaan atau memungkinkan menambahkan lebih banyak kandungan dan komponen yang lain.

Proses Pembakaran

Dalam proses pembakaran dilakukan hal - hal sebagai berikut :

1. Sebelum dibakar batang pisang diolah menjadi pelepah - pelepah batang pisang.
2. Pelepah batang pisang dijemur selama 7 hari - 12 hari, agar mendapatkan serat yang berkualitas baik.
3. Pelepah batang pisang dimasukan ke drum lalu dibakar selama 30 menit, terus didiamkan didalam wadah tahan panas selama 6 jam biar abunya merata dan benar - benar menjadi abu berkualitas baik.

Penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus dikonfirmasi dengan standar yang berlaku seperti SNI, ASTM atau ACI. Selain itu yang terpenting adalah memperhatikan petunjuk dalam manualnya jika menggunakan "paten" yang diperdagangkan (Mulyono, T, 2004). Dalam penggunaan satu atau lebih bahan tambah harus ada petunjuk

umum mengenai penggunaan atau temperatur yang diijinkan pada saat pengadukan dan pengecoran jika tidak, maka akan terjadi kesalahan pada pengadukan.

Pozzolan

Pozzolan adalah bahan alam atau batuan yang sebagian besar terdiri dari unsur - unsur silikat dan aluminat yang relatif. Pozzolan sendiri tidak mempunyai sifat semen, tetapi dalam keadaan halus (lolos ayakan 0,21 mm) beraksi dengan air dan unsur kapur pada suhu normal (24 - 27°C) menjadi suatu massa padat yang tidak larut dalam air. Pozzolan dapat dipakai sebagai bahan tambah atau sebagai pengganti semen Portland. Bila dipakai sebagai pengganti semen Portland, umumnya berkisar antara 10% sampai 35% berat semen. Bahan tambahan ini dapat membuat beton lebih tahan terhadap garam, sulfat dan air asam. Laju kenaikan kekuatannya lebih lambat dari pada beton normal, namun sesudah 3 bulan (90 hari) kuat tekannya dapat sedikit lebih tinggi.

Bila pozzolan dipakai sebagai bahan tambahan akan menjadikan beton lebih mudah untuk diaduk, lebih rapat air, dan lebih tahan terhadap serangan kimia. Beberapa pozzolan dapat mengurangi pemuian beton yang terjadi akibat proses reaksi alkali agregat (reaksi alkali dalam semen dengan silica dalam agregat) dengan demikian mengurangi retak - retak beton akibat reaksi tersebut. Adapun bagian - bagian dalam pozzolan adalah sebagai berikut:

1. Abu terbang batu bara (*Fly ash*)

Menurut ASTM C.618 (ASTM.1995: 304) abu terbang (fly ash) didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara, dapat dibedakan menjadi dua yaitu abu terbang normal yang dihasilkan dari pembakaran batu bara antrasit atau bara bitumius dan abu terbang kelas C yang dihasilkan dari batu bara jenis lignite/ subbitumaus. Abu terbang kelas C kemungkinan mengandung kapur (*lime*) lebih dari 10% beratnya.

2. Slag

Slag merupakan hasil residu permbakaran tanur tinggi. Definisi dalam ASTM. C. 989. “*Standard spesification for ground granulated blast furnace slag for use in concrete and mortar*” (ASTM, 1995) adalah produk non-metal yang merupakan material berbentuk halus granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan, misalnya dengan mencelupkannya dalam air. Keuntungan penggunaan slag dalam campuran beton adalah sebagai berikut (Lewis; 1982):

- Mempertinggi kekuatan tekan beton karena cenderung melambatnya kenaikan kekuatan beton.
- Menaikan ratio antara kelenturan dan kuat tekan beton.
- Mengurangi variasi kekuatan tekan beton.
- Mempertinggi ketahanan terhadap sulfat dalam air laut.
- Mengurangi serangan dari alkali.
- Mengurangi panas hidrasi dan menurunkan suhu.
- Memperbaiki penyelesaian akhir dan memberi warna cerah beton.
- Mempertinggi pengawetan karena pengaruh perubahan volume
- Mengurangi porositas dan serangan klorida.

3. Silika Fume

Menurut “*Standard spesification for silica fume for use in Hidraulic cement concrete and mortar*” (ASTM. C. 1240, 1995: 637-642) silika fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa

produksi silicon atau loy besi silicon (dikenal sebagai gabungan antara microsilika dengan fume).

Penggunaan silica fume dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi, beton dengan kekuatan tinggi dapat digunakan dalam, untuk kolom stuktur atau dinding geser, dre-cast atau beton prategang dan beberapa keperluan lain. Kekuatan beton tinggi saat ini sekitar 50 - 70 Mpa untuk umur 28 hari, penggunaan silica fume berkisar antara 0 - 30% untuk memperbaiki karekteristik kekuatan dan keawetan beton dengan faktor semen 0.34 dan 0.28 tanpa bahan superplasisizer dengan nilai 50 mm. (yogan dran, 1987: 124-129)

Bahan Pembentuk Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi dan kohesi yang memungkinkan melekatnya fragmen - fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Berdasarkan sifatnya semen dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Semen non hidrolis, yaitu semen yang tidak dapat mengeras dan tidak stabil didalam air.
Contohnya : gips dan kapur keras
2. Semen hidrolis, yaitu semen yang dapat mengeras bila dicampur dengan air. Contohnya : semen Portland.

Fungsi semen adalah untuk melekatkan butir - butir agregat agar terjadi suatu masa yang kompak dan padat, selain itu juga untuk mengisi rongga – rongga diantara butiran agregat., Kalau dilihat dari omposisi kimia semen maka ada empat oksida senyawa utama yang membentuk bahan semen terhadap proses pengikatan dan pengerasan yang terdiri dari batu kapur (*lime stone*) CaO, silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), besi oksida (Fe₂O₃). Keempat senyawa tersebut bereaksi satu sama lain didalam klin membentuk klinker. Total kandungan keempat oksida ini ± 90% dari total berat semen, sedangkan sisanya terdiri dari oksida magnesium dan beberapa unsur lainnya (impurities) seperti alkali, titanium, sulfur dan phosfor. Keempat senyawa kompleks tersebut tercatum pada table berikut ini:

Tabel 1. Komposisi utama semen

Nama senyawa	Rumus kimia	Singkatan	Kadar rata-rata (%)
Trikalsium Silikat	3CaO.SiO ₂	C ₃ S	37 - 60
Dikalsium Silikat	2CaO.SiO ₂	C ₂ S	15 - 37
Trikalsium Aluminate	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A	7 - 15
Tetrakalsium Alumina Ferit	4CaO.AlO ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF	10 - 20

Sumber : Sumekto (2001)

Didalam semen portland keempat oksida utama ini membentuk senyawa yang disebut sebagai pontensial mineral yang merupakan komponen utama penyusun semen portland yaitu:

1. C₃S (Trikalsium Silikat)
Disebut juga kristal *alite*, mempunyai sifat yang hampir sama dengan semen, yaitu bila bereaksi air akan berubah menjadi pasta yang dalam beberapa waktu akan menjadi kaku. C₃S menunjang kekuatan dari semen (*initial strength*).
2. C₂S (Dikalsium Silikat)
Disebut juga kristal *belite*, bila bereaksi dengan air terjadi pengerasan pasta yang perkembangan kekuatannya stabil dan berjalan lambat pada beberapa minggu.

3. C₃A (Tri Kalsium Aluminat)
Bila bereaksi dengan air akan menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu sekitar 850 j/g.
4. C₄AF (Tetra Kalsium Alumina Ferrite)
Dengan air beraksi cepat dan pasta terbentuk dalam beberapa menit. C₄AF akan mempengaruhi warna semen.

Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Jenis Semen

Semen merupakan bagian terpenting dalam pembuatan beton. Semen merupakan bahan pengikat agregat jika ditambah air dalam bentuk satu kesatuan. Semen yang digunakan sebagai bahan pembentuk beton adalah semen portland. Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus dengan cara menghaluskan klinker dengan batu gips sebagai bahan tambah. Semen dibedakan menjadi dua kelompok yaitu :

1. Semen dari bahan Kiner-Semen-Portland
 - Semen portland
 - Semen portland putih
 - Semen portland abu terbang
 - Semen portland berkadar besi
 - Semen tanur tinggi
2. Semen - semen lainnya
 - Semen portland pozzoland (semen bersulfat)
 - Alumunium semen

Faktor Air Semen (FAS)

Hubungan antara faktor air-semen (fas) dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams pada tahun 1919 sebagai berikut :

$$F_c = \frac{A}{B^{1,5 \cdot x}} \quad (1)$$

Dengan :

- F_c = Kuat tekan beton
 X = Fas yang semula dalam proposi (volume)
 A, B = Konstanta

Dengan demikian semakin besar faktor air semen maka semakin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan. Walaupun menurut rumus tersebut tampak semakin rendah fas, maka kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pemadatan maka dibawah fas tertentu yaitu sekitar 0,40 kekuatan beton yang dihasilkan malahan lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat pemadatannya sulit. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen optimum yang dihasilkan kuat tekan beton maksimum. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan dilakukan dengan cara pemadatan memakai alat getar (*vibrator*), atau dengan bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat menambah kemudahan pengerjaan (ke enceran) adukan beton, hingga dengan kedua cara ini diharapkan menghasilkan mutu beton yang baik.

Jumlah Semen

Pada jumlah kandungan agregat yang normal, pengaruh jumlah volume agregat per kubik beton sebenarnya hanya kecil saja. Jika faktor air semen sama, beton dengan kandungan semen lebih sedikit mempunyai kekuatan tinggi. Hal ini kerana jumlah semen sedikit maka jumlah air yang diperlukan pun sedikit, yang berarti kandungan pori lebih sedikit dari pada beton dari pada beton dengan kandungan semen lebih sedikit, maka akan terjadi adukan yang lebih kental (nilai slump lebih rendah) sehingga pematatannya akan lebih sulit.

Umur Beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur dari pada beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor antara lain: faktor air semen dan suhu perawatan. Disini dapat disimpulkan, bahwa semakin tua umur dari pada beton, maka semakin besar pula kekuatan dari beton tersebut. Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur terhadap beton yang berumur 28 hari dapat diambil menurut tabel berikut :

Tabel 2. Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur

Umur beton	Semen portland	Semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi
3	0.46	0.55
7	0.65	0.75
14	0.88	0.90
21	0.95	0.95
28	1.0	1.00
90	1.2	1.15
365	1.35	1.20

Sumber : SNI

Sifat-Sifat Agregat

Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi, jika tersusun dari bahan-bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat mempunyai volume besar dalam beton. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah sebagai berikut :

Jenis agregat

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar yang ukurannya melebihi 5 mm. Agregat kasar ini dibagi menjadi dua bagian yaitu agregat alami dan agregat buatan, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus yang butirannya halus dan menembus ayakan ukuran kurang dari 5 mm. Agregat kasar diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah (misalnya kerikil) atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alam menjadi berukuran butiran yang diinginkan dengan cara meledakkan, memecah, menyaring dan seterusnya.

Bentuk agregat

Agregat alam atau batu pecah dapat mempunyai berbagai bentuk butiran. Ditinjau dari bentuk butiran dapat digolongkan dalam bentuk sebagai berikut :

1. Agregat bulat (dari sungai atau pantai), mempunyai rongga udara minimum 33%. Hal ini berarti mempunyai rasio luas permukaan-volume kecil, sehingga hanya memerlukan pasta semen yang sedikit untuk menghasilkan beton yang baik, namun ikatan antara butir-butirnya kurang kuat sehingga lekatannya lemah, sehingga tidak cocok untuk beton mutu tinggi maupun perkerasan jalan raya,
2. Agregat bulat, sebagian mempunyai rongga lebih tinggi yaitu berkisar antara 35% - 38%. Dengan demikian membutuhkan lebih banyak pasta semen untuk mendapatkan beton segar yang dapat dikerjakan. Ikatan antara butir-butir lebih baik dari pada agregat bulat, namun belum cukup untuk dibuat beton mutu tinggi,
3. Agregat bersudut, mempunyai rongga berkisar antara 38% - 40%. Ikatan antara butir-butirnya baik sehingga membentuk daya lekat yang baik (ingat batu pecah yang dipakai untuk balast jalan kereta api). Pasta semen yang digunakan lebih banyak untuk membuat adukan beton dapat dikerjakan, namun baik untuk beton mutu tinggi maupun lapis perkerasan jalan.
4. Agregat pipih adalah agregat yang ukuran terkecil butirannya kurang dari $\frac{3}{5}$ ukuran rata-ratanya. Ukuran rata-rata agregat ialah rata-rata ukuran ayakan yang meloloskan dan yang menahan butiran agregat. Jadi, agregat mempunyai ukuran rata-rata 15 mm jika lolos pada lubang ayakan 10 mm. Agregat akan dinamakan pipih jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari $\frac{3}{5} \times 15 \text{ mm} = 9 \text{ mm}$.
5. Agregat memanjang adalah agregat yang ukuran terbesarnya (yang paling panjang) lebih dari $\frac{9}{5}$ dari ukuran rata-rata. Jika pada agregat di atas, jika ukuran terbesar butirnya lebih dari 27 mm.

Tekstur permukaan butiran

Tekstur permukaan adalah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran apakah permukaan butiran termasuk halus atau kasar, mengkilap atau kusam, dan macam dari bentuk kekasaran permukaan. Umumnya permukaan butiran hanya disebut sebagai kasar, agak kasar, agak licin dan licin. Berdasarkan pada pemeriksaan visual butiran agregat, tekstur permukaan butiran agregat dapat dibedakan menjadi : sangat halus (*glassy*), halus, granuler, kasar, berkilat (*crystalline*), berpori dan berlubang-lubang. Ukuran tekstur permukaan secara numerik, misalnya seperti yang dipakai dalam logam, belum dipakai dalam agregat.

Tekstur permukaan tergantung pada kekerasan, ukuran molekul, tekstur buatan, dan juga tergantung pada besar gaya yang bekerja pada permukaan yang telah membuat licin atau kasar permukaan tersebut. Bahan agregat yang keras, padat, berbutir kecil-kecil umumnya menjadikan permukaan butiran agregat bertekstur halus.

Butir-butir dengan tekstur permukaan yang licin membutuhkan air lebih sedikit dari pada butir-butir yang bertekstur permukaan kasar. Dilain pihak hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tertentu dari agregat kasar, kekasaran menambah kekuatan tarik maupun kekuatan lentur beton, oleh karena itu menambah gesekan antara pasta semen dan permukaan butir-butir agregat.

Gradasi agregat

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar, sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Agregat untuk pembuatan mortar atau beton diinginkan suatu butiran yang kemampatannya tinggi, karena volume porinya sedikit, dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat sedikit saja (bahan ikat mengisi pori antara butir-butir agregat, bila volume pori sedikit berarti bahan ikat sedikit pula).

Pernyataan gradasi dipakai nilai persentase dari berat bituran yang tertinggal atau terlewatkan didalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan ini ialah ayakan dengan lubang 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm. Agradasi agregat terutama agregat halus sangat penting penanganannya dalam membuat beton yang bermutu, karena gradasi sangat berpengaruh terhadap sifat beton, antara lain :

1. Terhadap beton segar

- mempengaruhi kelecakan (*workability*),
- mempengaruhi sifat kohesif atau gaya lekat,
- mempengaruhi jumlah air dan semen yang diperlukan untuk suatu campuran beton,
- mempengaruhi pengecoran beton dan pemadatan,
- mempengaruhi finishing atau permukaan,
- kontrol terhadap segregasi datar pemisahan butir dan bleeding atau terpisahnya air kepermukaan beton.

2. Terhadap beton keras

Tujuan penggunaan agregat kasar dalam membuat beton adalah untuk menghemat biaya dan mengurangi penyusutan, apabila agregat berkualitas tinggi, maka akan menambah kekuatan untuk menahan beban, goresan dan cuaca.

Bila beton segar sukar dipadatkan, terjadi segregasi dan bleeding, menghasilkan beton keras yang tidak kedap air, tidak merata dan terdapat banyak rongga atau cacat yang tentu saja mempengaruhi ketahanan dan kekuatan beton. Sangatlah penting untuk menjaga gradasi agregat selalu konstan agar diperoleh kelecakan (*workability*) dan sifat beton segar yang konstan pula.

METODELOGI

Setelah desain campuran adukan beton didapatkan, maka kita dapat menentukan pembuatan benda uji. Sampel benda uji yang digunakan sebanyak 40 buah dengan 8 kondisi, yaitu kondisi normal, kondisi normal ditambah abu batang pisang 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 17,5% dan 20%. Cetakan yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran (15 x 15 x 15) cm. Bahan tambahan yang digunakan pada penelitian ini adalah abu batang pisang yang diperoleh dari batang pisang yang tidak berbuah lagi, lalu dibakar untuk dijadikan abu.



Gambar 1. Abu batang pisang

Sebelum membuat benda uji , terlebih dahulu diadakan pengujian agregat yang akan digunakan. Pengujian yang dilakukan adalah :

1. Agregat halus
 - Analisa saringan agregat halus
 - Pemeriksaan berat jenis analisa saringan agregat halus
 - Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus
2. Agregat kasar
 - Analisa saringan agregat kasar
 - Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar
 - Pengujian keausan agregat kasar

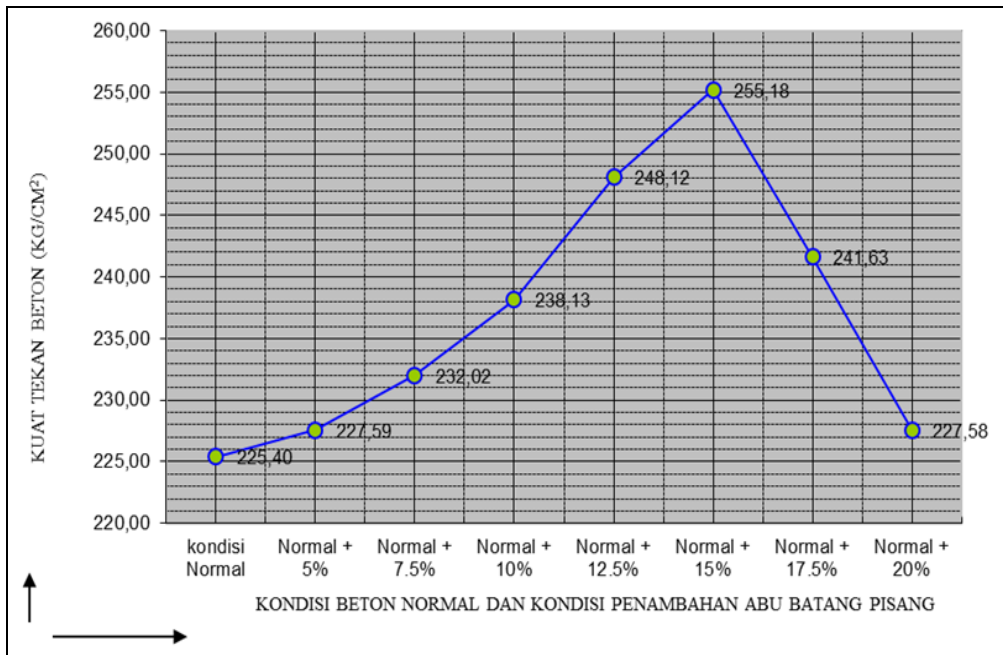
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian terhadap tekan beton dengan perbedaan yang dimiliki, setiap benda uji baik segi berat maupun kuat tekan, baru dihitung hasil kuat tekan beton tersebut yang dibagi berdasarkan persentase penambahan. Dari data yang ada kemudian diolah sehingga didapatkan hasil kuat tekan karakteristiknya. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Kuat tekan pada umur beton 28hari (K_{225})

Kondisi	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban		Kuat tekan (kg/cm ²)	Kuat tekan rata-rata (kg/cm ²)	Standar deviasi	Kuat tekan karakteristik (kg/cm ²)
			Ton	Kg				
Beton Normal	225	8,05	51,50	51500	228,889	228,450	1,86	225,40
	225	8,15	51,00	51000	226,667			
	225	8,12	52,00	52000	231,111			
	225	8,05	51,00	51000	226,667			
	225	8,10	51,50	51500	228,889			
Normal + abu 5 %	225	8,18	52,00	52000	231,111	234,222	4,04	227,59
	225	8,12	51,50	51500	228,889			
	225	8,07	53,50	53500	237,778			
	225	8,15	53,50	53500	237,778			
	225	8,15	53,00	53000	235,556			
Normal + abu 7,5 %	225	8,00	54,50	54500	242,222	237,778	3,51	2232,02
	225	8,10	52,50	52500	233,333			
	225	8,25	54,00	54000	240,000			
	225	8,14	53,50	53500	237,778			
	225	8,10	53,00	53000	235,556			
Normal + abu 10 %	225	8,30	55,50	55500	246,667	246,667	5,21	238,13
	225	8,10	53,50	53500	237,778			
	225	8,19	56,00	56000	248,889			
	225	8,25	56,00	56000	248,889			
	225	8,25	56,50	56500	251,111			
Normal + abu 12,5 %	225	8,45	57,00	57000	253,333	254,222	3,72	248,12
	225	8,12	56,50	56500	251,111			
	225	8,05	57,50	57500	255,556			
	225	8,25	58,50	58500	260,000			
	225	8,15	56,50	56500	251,111			
Normal + abu 15 %	225	8,14	57,50	57500	255,556	263,556	5,11	255,18
	225	8,25	59,50	59500	264,444			
	225	8,35	60,50	60500	268,889			
	225	8,10	59,00	59000	262,222			
	225	8,12	60,00	60000	266,667			
Normal + abu 17,5 %	225	8,15	54,50	54500	242,222	245,778	2,53	241,63
	225	8,32	55,50	55500	246,667			
	225	8,08	55,50	55500	246,667			
	225	8,13	56,00	56000	248,889			
	225	8,25	55,00	55000	244,444			
Normal + abu 20 %	225	8,00	53,00	53000	235,556	233,340	3,51	227,58
	225	8,23	53,50	53500	237,778			
	225	8,15	52,50	52500	233,333			
	225	8,15	51,50	51500	228,889			
	225	8,05	52,00	52000	231,111			

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Beton UMP



Gambar 2. Grafik pengaruh penambahan abu batang pisang terhadap kuat tekan karakteristik beton umur 28 hari

Pembahasan

Dari hasil penelitian kuat tekan beton normal dan penambahan abu batang pisang dengan persentase penambahan 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 17,5% dan 20% didapat dari berat semen yang digunakan. Dari Tabel 3 dapat dilihat peningkatan kuat tekan beton yang terjadi. Hasil penelitian di laboratorium didapat kuat beton normal 22,40 kg/cm². Untuk penambahan abu batang pisang 5%, kuat tekan beton mencapai 227,59 kg/cm² meningkat 0,96% dari beton normal. Penambahan abu batang pisang 7,5%, kuat tekan beton mencapai 232,02 kg/cm², meningkat menjadi 2,85% dari beton normal. Penambahan abu batang pisang 10%, kuat tekan beton mencapai 238,13 kg/cm², meningkat menjadi 5,38% dari beton normal. Penambahan abu batang pisang 12,5%, kuat tekan beton mencapai 248,12 kg/cm² meningkat menjadi 9,16% dari beton normal. Penambahan abu batang pisang 15%, kuat tekan beton mencapai 255,18 kg/cm² meningkat menjadi 11,67% dari beton normal. Penambahan abu batang pisang 17,5%, kuat tekan beton mencapai 241,63 kg/cm² meningkat menjadi 6,72% dari beton normal. Penambahan abu batang pisang 20%, kuat tekan beton mencapai 227,58 kg/cm² meningkat menjadi 0,96% dari beton normal.

Dari hasil penelitian kedelapan kondisi tersebut terlihat bahwa pada saat kondisi penambahan abu batang pisang 15% kuat tekan beton karakteristik mencapai optimum, hal ini karena abu tersebut dapat bercampur atau menyebar secara merata terhadap campuran beton. Sedangkan pada kondisi penambahan abu 17,5% dan 20% terjadi penurunan kuat tekan beton karakteristik dimana penurunan ini masih diatas kondisi beton normal. Hal ini disebabkan zat kapur yang terdapat didalam semen tidak dapat lagi beraksi dengan silika (mengalami

kejenuhan) yang disebabkan silika yang ditambahkan terlalu banyak, sehingga beton menjadi kekurangan air.

Hasil Pengujian Slump

Setelah pengadukan beton dilakukan uji slump, pengujian tersebut dilakukan pada kondisi beton normal dan penambahan abu batang pisang sebesar 5% - 20% diperoleh hasil penurunan slump rata – rata, data lengkap lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel hasil uji slump

No	Jenis campuran beton	Penurunan			Penurunan rata - rata
		5,4 cm	5,2 cm	5,2 cm	
1.	Beton normal	5,4 cm	5,2 cm	5,2 cm	5,26 cm
2.	N + Abu 5 %	5,1 cm	4,8 cm	5,0 cm	4,96 cm
3.	N + Abu 7,5 %	4,8 cm	4,6 cm	4,9 cm	4,76 cm
4.	N + Abu 10 %	4,9 cm	4,7 cm	4,5 cm	4,70 cm
5.	N + Abu 12,5 %	4,4 cm	4,2 cm	4,0 cm	4,20 cm
6.	N + Abu 15 %	3,8 cm	3,7 cm	3,9 cm	3,80 cm
7.	N + Abu 17,5 %	3,6 cm	3,4 cm	3,5 cm	3,50 cm
8.	N + Abu 20 %	3,4 cm	3,2 cm	3,1 cm	3,23 cm

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat data - data yang kemudian diolah dan dianalisa, sehingga didapat hasil kuat tekan karakteristik beton dengan menggunakan bahan tambah abu batang pisang.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada delapan kondisi dengan benda uji kubus, dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan abu batang pisang sebanyak 15 % diperoleh kuat tekan beton maksimum yaitu sebesar 255,18 kg/cm². Peningkatan optimum penambahan abu batang pisang terjadi pada kondisi 15% sebesar 255,18 kg/cm² mengalami kenaikan sebesar 11,67% dari beton normal dengan hasil kuat tekannya sebesar 225,40 kg/cm². Pada pengujian slump dilakukan sebanyak 3 kali berturut - turut pada tiap adukan diperoleh hasil yang berbeda antara adukan beton, rata - rata mengalami penurunan. Ini disebabkan oleh penambahan abu yang terlalu banyak, maka beton mengalami kekurangan air.

SARAN

Untuk mendapatkan mutu beton yang lebih baik ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan dan pembuatan beton yaitu mutu agregat, mutu air, faktor air semen, dan perawatan beton . Penelitian lebih lanjut sebaiknya dilakukan dengan berbagai variasi suhu dan waktu pembakaraan terhadap pohon pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian dan Pengembangan. 2002. *Metode, Spesifikasi dan Tata cara*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI) N.1-2*
- <http://civilresearch.blogspot.com>.
- <http://www.ilmusipil.com>
- <http://mbenkroom.blogspot.com/2010/11/teknologi-beton.html?m=1>
- Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang. 2010. *Laporan Praktikum Beton*. Palembang.
- Murdock,I.J., Brook,K.M. dan Handoko Stepanus. 1991. *Bahan dan Praktek Beton*. Edisi Keempat. Erlangga. Bandung.
- Nugraha, Paul., Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi dan LPPM Universitas Kristen Petra. Yogyakarta.
- R. Sagel, P. Cole, Gideon Kusuma. 1993. *Pedoman Pengerjaan Beton*. Erlangga. Jakarta.
- Sumekto, W dan Rahmadiyanto, C. 2001. *Teknologi Beton*. Kanisius. Jakarta.
- Suriansyah. 2002. *Peluang Usaha Budidaya Abaka dan Prospek Pemanfaatannya Sebagai Bahan Baku Kertas Bermutu Tinggi*. Samarinda.
- Tjokrodimulyo K. 1992. *Teknologi Pencampuran Beton*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.