

BAB I

PENDAHULIAN

1.1 Latar Belakang

Dijaman yang serba modern ini, indonesia mengalami kemajuan kontruksi yang sangat pesat. Hal ini dapat terlihat dari kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas dan infrastruktur. Beton merupakan bahan kontruksi yang banyak diminati pada pembangunan sekarang ini. Material Bahan perekat untuk beton yaitu Semen portland. Semen porland merupakan campuran semen atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, Semen portland ada beberapa tipe yaitu OPC (*Ordinary Portland Cement*) dan PCC (*Portland Composite Cement*).

Pada mula pengerasan beton terjadi proses dimana waktu pengikatan yang disebut setting time yang merupakan suatu proses dimana pada pengikatan atau proses hidrasi sudah terjadi dan panas hidrasi muncul , serta workability beton sudah menghilang .

Waktu ikat (*setting time*) merupakan seberapa lamanya waktu yang dibutuhkan semen dari saat mulai bereaksi dengan air menjadi pasta semen sampai dengan pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan . Waktu ikat (*setting time*) sendiri dibagi menjadi dua bagian yakni initial setting time dan final setting time . Initial setting atau waktu ikat awal suatu proses dimana pengikatan atau proses hidrasi sudah terjadi dan bahan hidrasi sudah mulai muncul , serta workability beton sudah hilang . Sedangkan pada final setting time atau waktu ikat akhir adalah kondisi dimana terjadi pasta semen sampai beton sudah mengeras sempurna ataupun massa mengeras.

Di Indonesia khususnya di daerah Riau memiliki sektor industri kelapa sawit yang luas, dari proses pengolahan limbah kelapa sawit dihasilkan limbah abu atau yang dikenal *Palm Oil Fuel Ash* (POFA). Abu sawit merupakan salah satu bahan yang mengandung unsur-unsur tersebut. Indonesia merupakan salah satu produsen *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia dan memiliki lahan kelapa sawit terluas di dunia. Luas kebun kelapa sawit di Provinsi Riau mencapai 1,6 juta ha yang semuanya tersebar pada seluruh kabupaten kota di

Provinsi Riau. Peningkatan areal ini terus meningkat, sehingga abu sawit akan terus meningkat (H.Syarif, 2016)

POFA dapat digunakan sebagai *pozzolan*, yaitu bahan halus yang mengandung silika dan alumina yang dapat bereaksi dan membentuk bahan semen. POFA mengandung silika dioksida yang tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen. POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) adalah bahan *pozzolan* yang menjanjikan dan banyak tersedia di seluruh bagian dunia (Kroehong et al., 2011). Pemanfaatan abu sawit atau POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) yang tepat dapat mengurangi penggunaan semen dan mengurangi volume limbah sehingga bermanfaat bagi kelestarian lingkungan.

Di Riau khususnya di Rokan Hulu, banyak masyarakat yang mata pencahariannya adalah bertani salah satunya betani padi. Abu sekam padi merupakan hasil dari sisa pembakaran sekam padi. Selama proses perubahan sekam padi menjadi abu, pembakaran menghilangkan zat-zat organik dan meninggalkan sisa pembakaran yang kaya akan silika (SiO_2). Perlakuan panas pada sekam padi menghasilkan perubahan struktur yang berpengaruh pada dua hal, yaitu tingkat aktivitas pozzolan dan kehalusan butiran abunya. Abu sekam padi tergolong sebagai bahan pozzolan alami (*natural pozzolan*) yang mengandung senyawa silika (SiO_2). *Pozzolan* tersebut tidak memiliki peran sebagai perekat seperti semen, akan tetapi dalam kondisi halus jika bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal akan menjadi suatu massa padat yang tidak dapat larut dalam air (Tjokrodinuljo, 1996).

Oleh karna itu dari permasalahan – permasalahan diatas, dapat dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Waktu Ikat (*Setting Time*) Campuran Pasta *Fast – Setting* OPC POFA, PCC POFA, OPC RHA, Dan PCC RHA”

1.2 Rumusan Masalah

Berapa waktu ikat awal masing – masing pasta semen pada 2 tipe semen OPC dan PCC yang disubsitusikan dengan POFA dan RHA?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dilakukan penelitian ini, yaitu Mengetahui waktu ikat (*setting time*) pada campuran pasta semen OPC dan PCC yang disubsitusikan dengan POFA dan RHA.

Manfaat dilakukan penelitian ini, yaitu Memberikan refrensi tentang waktu ikat awal (*setting time*) pada campuran pasta semen (*fast setting*)

1.3 Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Kriteria ketentuan mengikuti standar waktu ikat awal semen porland SNI 03-6827-2002.
2. Semen yang digunakan 2 tipe yaitu OPC dan PCC.
3. Variasi subsitusi POFA dengan 2 tipe semen OPC dan PCC, masing – masing 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%
4. Variasi subsitusi RHA dengan 2 tipe semen OPC dan PCC, masing – masing 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya tentang waktu ikat sebagai berikut :

- a. (Mubaroq, n.d. 2020) Penelitian ini membandingkan ikat awal semen Portland cement composite (pcc). Semen Batu raja, semen Scg, dan semen Conch dengan rasio w/c (water cement ratio) 0,40-0,60. Jumlah sample keseluruhan 15 dan setiap semen mempunyai rasio 0,40-0,60 dan menghasilkan 5 sample disetiap semen. Komposisi campuran dalam penelitian ini berdasarkan rasio yang telah ditentukan. Hasil pengujian diperoleh ikat awal semen dipenurunan 25 mm dan konsistensi didapat dari penetrasi pertama dan penetrasi kedua. Hasil penelitian menunjukkan ikat awal setiap semen dengan rasio yang sama adalah rasio Br-0,40 - br-0,60 ikat awal yang didapat 110 menit, 112,5 menit, 113 menit, 114 menit, 115 menit. Untuk rasio Sc-0,40 - Sc 0,60 ikat awal yang didapat 109 menit, 111 menit, 112 menit, 114 menit, 118 menit. Dan untuk rasio Co-0,40 – C0-0,60 ikat awal yang didapat 110 menit, 111 menit, 112 menit, 113 menit, 117 menit. Lalu unruk konsistensi yang didapat setiap semen dengan rasio tertentu adalah. Br-0,40 – Br-0,60 adalah 10 mm, 10 mm, 10 mm, 4 mm, dan 3 mm Untuk konsistensi Sc-0,40 - Sc0,60 adalah 11 mm, 10 mm, 10 mm, 4 mm, 4 mm. Dan untuk konsistensi Co-0,40 – Co-0,60 adalah 10 mm, 10 mm, 10 menit, 5 mm, dan 3 mm.
- b. (Astiqomah et al., 2020) Saat ini, semakin banyak inovasi yang dilakukan dalam penggunaan beton salah satunya adalah beton ringan memadat mandiri (Light-weight Self Compacting Concrete). Beton ini merupakan beton yang terbuat dari agregat ringan yang mampu memadat man- diri tanpa bantuan alat pemadat. Untuk mendapatkan LSCC yang baik bisa dilakukan salah satunya dengan peningkatan work- abilitas dengan penambahan superplasticizer Sika viscocrete.

Dalam pengerjaan campuran beton, berbagai banyak hal yang harus diperhatikan seperti penempatan, pemadatan dan kepadatan pada beton mengeras. Ada berbagai pengaruh dalam proses campuran beton salah satunya waktu pemasangan semen atau setting time. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan viscocrete terhadap waktu ikat semen dan berat jenis beton. Kadar viscocrete yang digunakan adalah 1,5%; 1,75%; 2%; dan 2,25% dari berat semen. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan semakin bertambahnya kadar viscocrete semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan semen atau setting time. Nilai maksimum pada pengujian berat jenis dicapai pada saat penambahan viscocrete kadar 1,75%, dengan kenaikan 0,94% dimana nilai beton viscocrete ialah 2037 kg/m³.

- c. (Hardiyanti et al., 2018) Abu sekampadi (ASP) merupakan limbah dari pengolahan padi. ASP merupakan sumber silika (SiO₂) yang tinggi, sehingga bersifat pozzolanic. Penambahan abu sekam padi sebagai substitusi semen mikrofine PPC dengan kehalusan 600 m²/kg telah dibuat. Banyaknya komponen semen PPC pada penggilingan adalah 5000 gr yang terdiri dari klinker, gipsum, pozolan S.P dan abu sekam padi sebagai pozolan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai substitusi pozolan terhadap waktu ikat semen. Semakin banyak penambahan abu sekam padi sebagai substitusi pozolan maka akan mengalami perpanjangan waktu ikat semen. Waktu ikat semen mikrofine dipengaruhi oleh komposisi kimia yang berupa C₃ S, C₂S, C₃A dan C₄ AF yang akan dilakukan uji XRF.
- d. (Hardiyanti et al., 2018) Waktu ikat atau setting time adalah waktu yang diperlukan oleh semen untuk mengalami pengerasan sejak semen bercampur dengan air menjadi pasta. Menurut SNI 03-6827-2002 waktu ikat semen terdiri dari dua macam yaitu waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir. Waktu pengikatan awal menurut SNI minimum 45 menit [4]. Pengikatan awal semen harus berjalan lambat. Hal ini bertujuan agar terdapat jeda antara proses pengadukan dengan proses pemasangan konstruksi sehingga proses pengerjaan tidak sulit. Waktu

pengikatan akhir menurut SNI tersebut adalah 8 jam. Waktu ini menunjukkan waktu setelah semen terpasang pada konstruksi. Semen tersebut tidak boleh terkena gangguan agar tidak merusak ikatan konstruksi. Pengaturan setting time berpengaruh terhadap kualitas konstruksi baik dalam aplikasi skala kecil maupun besar. Waktu ikat atau setting time dipengaruhi oleh komposisi gypsum di dalam semen. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pengaruh komposisi gypsum terhadap setting time pada proses produksi semen PCC.

- e. (Syarif, 2016) Penelitian ini membahas tentang paving block geopolimer abu sawit dengan tambahan Ordinary Portland Cement (OPC) untuk perawatan pada suhu ruang. Bahan dasar geopolimer adalah abu sawit dan larutan aktivator yang digunakan untuk mengaktifkan unsur Silika (Si) dan Alumina (Al) dalam abu sawit tersebut adalah campuran dari larutan NaOH 16M dan larutan Na_2SiO_3 . Pada tiap komposisi paving block geopolimer ditambahkan OPC sebanyak 35% dari berat abu sawit. Variasi yang digunakan adalah perbandingan larutan alkali aktivator dengan abu sawit yakni Ms (modulus alkali) 0,8-1,2. Benda uji paving block memiliki ukuran 20x10x6cm yang dicetak dan dirawat pada suhu ruang. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan, absorpsi, densitas, waktu ikat (setting time) dan FTIR (Fourier Transform Infra Red). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan paving block geopolimer abu sawit akan mengalami kenaikan kuat tekan secara berturut-turut dari variasi Ms 0,8-1,1 sedangkan untuk variasi Ms 1,2 mengalami penurunan kuat tekan. Nilai absorpsi paving block mengalami penurunan dengan Ms = 0,8-1,1 sedangkan untuk Ms 1,2 mengalami kenaikan. Waktu ikat pasta (setting time) mengalami peningkatan dari variasi Ms = 0,8-1,2. Nilai densitas paving block dalam kondisi kering maupun basah mengalami peningkatan dengan MS = 0,8-1,2. Pengujian FTIR (Fourier Transform Infra Red) menunjukkan adanya perubahan struktur ion (Na^+ , K^+) dalam polimer yang digantikan dengan hidrogen atau ion hidronium dan

terbentuknya beberapa senyawa zeolite yang lebih lemah daripada ikatan geopolimer.

- f. (Kimia et al., 2012)Telah diteliti tentang analisis karakteristik semen yang menggunakan pozzolan alam di wilayah Arian Solok dalam menganalisis blaine, konsistensi normal dan setting time. Penelitian ini bertujuan untuk mengenal pengaruh pengaruh pozzolan alam tambahan terhadap setting waktu, blaine dan normal konsistensi. Pengujian karakteristik pozzolan alam terhadap semen menggunakan alat vicat dan blaine, yaitu pengujian Praproses dilakukan dengan beberapa variasi persentase yaitu 0%, 5% dan 9.5 %. Hasil penelitian menunjukkan hal itu Karakteristik penambahan pozzolan alam pada semen yang memenuhi SNI 152049-2004 dapat menjadikan pengaturan waktu hidrasi semen lebih lama dan memerlukan volume air yang besar untuk konsistensi normal. Penambahan alami pozzolan pada semen akan mempengaruhi blaine semen hal ini menunjukkan penambahan pozzolan alam yang maksimal 9.5%to menunjukkan blaine semen menjadi kasar.

2.2 Keaslian Penelitian

Dalam hal keaslian penelitian sebelumnya yang dijadikan pembandingan dalam penelitian ini, beberapa faktor yang diperhatikan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Riau Mas Bersaudara.
2. Pengambilan semen tipe OPC (PT. Semen Padang) di ambil dari PT. Riau Mas Bersaudara.
3. Pengambilan semen tipe PCC (PT. Semen Padang) di ambil dari semen yang di jual di toko bangunan.
4. Pengambilan abu sawit (POFA) di ambil dari PT. ISB.
5. Pengambilan abu sekam padi (RHA) dari petani di sekitar daerah desa Pawan, Pair Pengaraian, Rokan Hulu.
6. POFA dan RHA yang disubsitusikan dengan semen menggunakan variasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Waktu Ikat (*Setting Time*)

Waktu ikat (*setting time*) merupakan seberapa lamanya waktu yang dibutuhkan semen dari saat mulai bereaksi dengan air menjadi pasta semen sampai dengan pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan . Waktu ikat semen atau disebut *setting time* adalah waktu berubahnya pasta semen dari kondisi cair menjadi padat. (SNI 03-6827, 2002)

Pengikatan awal semen (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya sedangkan waktu pengikatan akhir (*final setting time*) adalah waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras. Tujuan dilakukannya pengujian ikat awal semen adalah untuk mengetahui lama waktu yang diperlukan oleh semen agar menghasilkan campuran yang dapat mengikat dengan baik. Waktu ikat awal semen didapat ketika penurunan mencapai 25 mm. Berdasarkan ASTM C – 150, waktu ikat awal semen yang diuji tidak boleh lebih dari 45 menit. Langkah pengujian adalah dengan melepaskan jarum vicat berdiameter 1mm ke dalam adukan semen pada selang waktu 15 menit, setiap kali jarum diturunkan dicatat penurunannya. Waktu pengikatan awal diperoleh jika penurunan mencapai 25 mm.(A Dharma, 2007)

3.2 Semen Portland

Semen portland atau semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049, 2004). Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (SNI 15-2049, 2004) terbagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Jenis I : Semen portland seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain, semen tipe OPC (*Ordinary Portland Cement*) dan semen tipe PCC (*Portland Composite Cement*).
2. Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan yang menuntut kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV : Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi. Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Di dunia konstruksi, jenis semen yang paling sering dijumpai adalah semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) dan PCC (*Portland Composite Cement*). Sama-sama semen Portland, tetapi karakteristiknya berbeda sehingga penting untuk mengenal keduanya agar dapat memilih jenis semen yang tepat untuk kebutuhan dan syarat pembangunan.

- a. Semen OPC (*Ordinary Portland cement*), Semen OPC adalah semen Portland Tipe I yang merupakan campuran batu kapur dan komponen tambahan seperti tanah liat, kapur, dan/atau gipsum. OPC merupakan semen yang paling banyak dipakai di seluruh dunia karena dapat memberikan kekuatan dan daya tahan yang baik. Semen OPC kerap digunakan untuk membuat beton.
- b. Semen PCC (*Portland Composite Cement*), Semen PCC merupakan turunan dari semen OPC dengan karakteristik yang sedikit berbeda. Semen PCC merupakan campuran dari semen Portland biasa yang ditambah dengan terak, abu terbang, atau bahan pozzolan lainnya. Bahan tambahan inilah yang memberikan sifat berbeda pada semen PCC, misalnya menjadi lebih tahan retak, ramah lingkungan, ataupun cepat kering.

Tabel. 3.1 kandungan senyawa kimia OPC dan PCC

Kandungan	Jenis Semen	
	OPC	PCC
Al ₂ O ₃ (%)	5,49	8,76
CaO(%)	65,21	58,66
SiO ₂ (%)	20,92	23,13
Fe ₂ O ₃ (%)	3,78	4,62
Kehalusan (%)	4,00	5,00
Berat isi (kg/L)	1,29	1,19

3.3 Air

Mutu air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, Sesuai dengan persyaratan (SNI 03- 6817, 2002) persyaratan, air yang di gunakan adalah air suling yang bersih dan bebas dari bahan – bahan merusak yang mengandung oli, alkali, asam, garam, dan bahan – bahan organik lainnya.

3.4 Bahan Tambahan

a. POFA (*Palm Oil Fuel Ash*)

Di Indonesia khususnya di daerah Riau Rokan Hulu, ada banyak pabrik industri kelapa sawit. Industri kelapa sawit sangat banyak menghasilkan limbah seperti serat, cangkang dan tandan kosong. Limbah tersebut digunakan sebagai bahan bakar ketel (*boiler*) untuk menghasilkan energi mekanik dan panas. Uap dari boiler digunakan untuk energi listrik dan untuk merebus TBS sebelum diolah. Abu sawit atau yang disebut juga *palm oil fuel ash* (POFA) dihasilkan dari pembakaran limbah padat kelapa sawit pada suhu sekitar 800 - 1.000°C pada pembangkit listrik tenaga uap di pabrik kelapa sawit.

POFA (Palm Oil Fuel Ash) Atau abu sawit mengandung berbagai senyawa kimia, di antaranya : Kalium (K), Silika (Si),

Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Besi (Fe), CO₃, dan CHO₃.

b. RHA (*Rise Husk Ash*)

Abu sekam padi merupakan material limbah sekam padi yang sudah tidak lagi digunakan untuk proses lanjutan. Sekam padi biasa didapat dari proses penggilingan padi yang menghasilkan kulit gabah cukup banyak dan akan menjadi material sisa penggilingan padi. Kulit gabah ini yang dapat digunakan dalam pembakaran batu bata yang terdiri dari bahan mudah terbakar sekitar 75% dan akan berubah menjadi abu sebanyak 25%, abu ini yang dikenal sebagai abu sekam padi dan memiliki kandungan silika sekitar 85%-90% yang akan digunakan sebagai bahan substitusi parsial semen (Nugraha, 2007).

Perlakuan panas pada sekam padi menghasilkan perubahan struktur yang berpengaruh pada dua hal, yaitu tingkat aktivitas pozzolan dan kehalusan butiran abunya. Abu sekam padi tergolong sebagai bahan *pozzolan* alami (*natural pozzolan*) yang mengandung senyawa silika (SiO₂). *Pozzolan* tersebut tidak memiliki peran sebagai perekat seperti semen, akan tetapi dalam kondisi halus jika bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal akan menjadi suatu massa padat yang tidak dapat larut dalam air (Tjokrodinuljo, 1996).

3.5 Pengujian Konsistensi Normal Semen

Menurut (A Dharma, 2007) Pengujian konsistensi normal adalah untuk menentukan prosentase air yang dibutuhkan semen untuk dapat melakukan proses hidrasi secara sempurna, yaitu sampai pada saat beton mengeras. Kondisi sempurna terjadi ketika semen yang bercampur dengan air tidak lagi mengalami kekurangan atau kelebihan kadar air. Berdasarkan ASTM C – 195, pengujian dengan alat vicat diameter 10 mm, kadar air yang diinginkan adalah

kadar air pada saat penurunan jarum 10 mm. Dalam pengujian ini, peralatan yang digunakan adalah mangkuk porselen, cincin ebonit, alat vicat, plat kaca, stopwatch, air. Langkah pengujian adalah sebagai berikut :

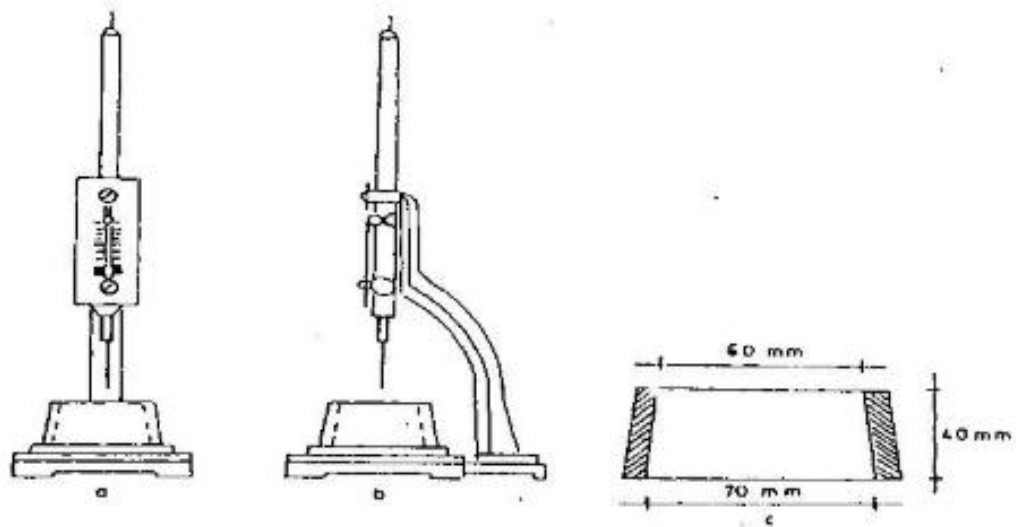
1. setel alat vicat pada posisi nol, campur semen dengan air sebanyak $x\%$ dari berat semen.
2. masukkan adukan semen dalam cincin ebonit, kemudian letakkan pada alat vicat.
3. lepaskan jarum yang besar dengan diameter 10 mm, catat penurunan pada detik ke 30 setelah jarum dilepaskan.
4. percobaan diulang dengan prosentase air sedemikian rupa sehingga diperoleh konsistensi normal yaitu pada penurunan 10 mm.

3.6 Pengujian Waktu Ikat (*Settling Time*)

waktu ikat awal adalah waktu yang diperlukan oleh pasta semen untuk mengubah sifatnya dari kondisi cair menjadi padat (SNI 03 – 6827). Sistem pengujian dilakukan sesuai ketentuan SNI 03 – 6827, sebagai berikut :

1. pengujian waktu ikat awal semen Portland dilakukan dengan benda uji tunggal.
2. pencatatan data pengujian harus menggunakan formulir dari laboratorium yang berisi :
 - a. identitas benda uji dan contoh.
 - b. teknisi penguji.
 - c. tanggal pengujian.
 - d. penanggung jawab pengujian.
 - e. pencatatan data pengujian.
 - f. nama laboratorium dan instansi penguji.
3. hasil pengujian harus ditandatangani oleh penanggung jawab pengujian.

Perhitungan Waktu ikat awal ditentukan dari grafik penetrasi waktu, yaitu waktu dimana penetrasio jarum vicat mencapai nilai 25 mm.



Gambar 3. 1 Vicat dan Cetakan Benda Uji