TUGAS AKHIR

HUBUNGAN NILAI TAHANAN DAN NILAI SLUMP KERUCUT ABRAMS PADA f.a.s 0,45 – 0,54

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Disusun oleh:

TRI FITRIANA

03 511 221

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2008

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

HUBUNGAN NILAI TAHANAN DAN NILAI SLUMP KERUCUT ABRAMS PADA f.a.s 0,45 – 0,54

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Disusun oleh:

TRI FITRIANA

03 511 221

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. H. Faisol AM, MS

Tanggal:

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Ir. Helmy Akbar Bale MT

Tanggal : 10/11 '00

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati hamba mengucapkan Alhamdullilahi Rabbil Alamin ....segala puji dan syukur kepada Allah SWT untuk segala rahmat dan karunia Nya atas terselesaikanya karya ini

Beserta

Nabi Muhamad SAW yang telah menuntun umatnya ke jalan kebenaran menuju ridho Allah SWT

Kupersembahkan karya kecil ini:

Bapak dan Mamakku, tiada kata yang bisa anakmu tulis betapa mulianya Allah SWT memberikanku kedua orang tua yang terbaik untukku yang tiada hentinya tiap detik waktu mendoakanku, memberikan kasih sayang, cinta, membimbingku menjadi orang yang berguna dan memberikan segalanya untukku.

Kak Agung dan yuk reka tersayang yang memberi semangat, dan dukungan.

Ayuk Titin tercinta dan kak dra, yang selalu memberikan sprit, dukungan, dan menjadi tauladanku (jangan pantang menyerah dek).

Sayangku Mas Da'nuur

Yang tanpa pamrih memberi dukungan, sprit, dan keceriaan dalam hari-hariku

.....Jemput aku di muara-enim ya.

MOTTO

Sungguh, bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan.

(QS Asy Syarh:6)

Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu memohon dan mengharap (QS Asy Syarh:8)

.....Allah Mahatau akan segala hal. (QS An Nuur :35)

Ketekunan adalah saudara kembar keunggulan. Yang satu adalah masalah kualitas; yang satunya lagi hanya masalah waktu

(Marabel Morgan, Penulis)

Allah tidak selalu memberikan apa yang kita inginkan, tetapi Allah selalu memberikan sesuatu yang kita butuhkan.

Sesuatu yang besar berasal dari hal yang kecil.

KATA PENGANTAR



Assalamu’alaikum wr.wb.

Alhamdulillahirobill’alamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan hidayah-Nya, kesempatan, dan kemudahan dalam menjalankan amanah sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, inspirasi akhlak dan pribadi mulia.

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam mencapai jenjang pendidikan Strata Satu (S1) di Universitas Islam Indonesia. Tugas Akhir merupakan sarana bagi mahasiswa untuk mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang telah di dapat selama mengikuti perkuliahan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil UII untuk mendapatkan satu pengetahuan baru dari hasil penelitian yang dilakukan.

Dalam proses penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini saya banyak mendapat bantuan baik materil maupun spiritual dari berbagai pihak, oleh sebab itu pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Mamakku dan Bapakku, terimakasih atas do’a, nasehat, dorongan semangat dan kasih sayang yang diberikan tiap detik dalam hidupku.

2. Yth. Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanan UII, DR. Ir. H. Ruzardi, MS.
3. Yth. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII, Ir. H. Faisol A.M., MS dan Ir. H. Suharyatmo, MT.
4. Bapak Ir Helmy Akbar Bale, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir. Terima kasih atas arahan, bimbingan dan kesabaran bapak membimbing saya, nasehat, dan dukungan yang telah diberikan kepada saya selama penyusunan Tugas Akhir ini, semoga Allah SWT membalas dengan yang lebih mulia.
5. Bapak A Kadir Aboe, Ir,H,MS selaku Dosen Penguji. Terima kasih atas nasehat dan dukungan yang bapak berikan.
6. Bapak Susastrawan, Ir,H,MS selaku Dosen Penguji.
7. Seluruh Dosen-dosen Program Studi Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Terima Kasih atas ilmu yang telah bapak dan Ibu berikan, semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik.
8. Pak Warno selaku petugas Lab. BKT UII, terima kasih atas bantuannya selama proses pembuatan sampel hingga pengujian.
9. Pak Santoro dan Pak Heri selaku petugas pengajaran, terima kasih atas bantuannya selama proses perizinan Tugas Akhir.
10. Untuk Kakku Agung, Yuk Reka, terima kasih atas dukungannya.
11. Untuk Ayukku Titin, Kak Dra, terima kasih telah memberikan motivasi perhatian dan dukungannya untuk menyelesaikan skripsiku.

12. Keponakan Rayend d’zakwan agre pratama & Moch.Daffa Akhwabuardi (pipi embul) yang selalu memberikan canda tawa saat tante stress.
13. Herbanu Danur Hastyanto, ST ”not”, Nafas Hatiku, seseorang yang telah mengajariku arti sebuah perjuangan dan kesederhanaan, tempatku marah, keluh kesah dan menanggis. Terima kasih atas semua bantuannya dan dukungannya selama ini,
14. Keluarga besar mbah ti dan saudara yang baik uun (jentuk), yantol, kak evan, kak ujang terima kasih atas dukungan dan doanya
15. Keluarga besar Ir. Kuntjara, nenek landoeng, tante lis, tante As, om Pri, tipa dan gilang, terima kasih atas dukungan dan doanya.
16. ”D9” Danin Patmar Yunus teman seperjuangan Tugas Akhirku, Akhirnya selesai, tapi perjuangan belum berakhir, dan selamat datang kehidupan yang nyata.
17. Pak Sarjiono terima kasih atas pengertiaanya, doa dan dukungannya, maafkan pipiet suka merepotkan hehehe..
18. Semua pihak yang telah membantuku, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang dengan segaja maupun tidak sengaja membantu di dalam penyusunan tugas akhir.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, besar harapan penulis dari pembaca untuk memberikan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi perbaikan Tugas Akhir ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis secara pribadi dan bagi siapa saja yang membacanya. Amien. Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, November 2008

Penyusun,

Tri Fitriana

ABSTRAKSI

Slump test beton merupakan parameter yang di gunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton, yaitu keenceran atau kepadatan adukan yang berguna dalam kemudahan pengerjaan adukan beton. Adanya permasalahan yang terjadi pada pencampuran beton biasa, yaitu pada pengujian slump, di mana slump geser sering terjadi sehingga bilamana terjadi jenis slump ini maka pegujian slump di lakukan ulang untuk mengulang percobaan tersebut membutuhkan waktu yang cukup banyak sehingga penuangan beton ke kerucut mengalami penundaan. Penundaan ini akan mengakibatkan kehilangan faktor air semen karena penguapan beton serta akibat terserapnya oleh agregat, selain itu bila perlu adukan diadukan lagi sebelum dilakukan pengujian agar tidak terjadi pemisahan dari adukan. Untuk menghindari pengujian slump yang berulang pada penelitian ini mencoba menggunakan nilai tahanan yang ada adukan beton tersebut.

Penelitian nilai tahanan pada adukan beton dengan penggunaan variasi f.a.s 0,45; 0,46; 0,47; 0,48; 0,49; 0,50; 0,51; 0,52; 0,53; 0,54 dengan tujuan mencari grafik hubungan nilai slump menggunakan kerucut Abrams dengan nilai tahanan yang diukur secara langsung menggunakan multimeter selain itu untuk mencari alternatif pengukuran nilai slump campuran beton secara tidak langsung apabila hubungan antara nilai slump pada tiap variasi fas dengan nilai tahanan bersifat konsisten dan mencari pengaruh variasi nilai fas terhadap nilai tahanan. Pertimbangan menggunakan nilai tahanan dalam campuran beton karena bahan-bahan yang terkandung dalam campuran beton memiliki sifat konduktor listrik, Isolator dan ada juga yang bersifat Semikonduktor, misalnya semen, pasir, dan agregat sebagian besar mengandung unsur Silikon (Si) sebagai pembentuk utamanya.

Hasil penelitian diperoleh bahwa ada kenaikan nilai tahanan yang terbaca pada campuran beton bertahap naik dengan naiknya nilai fas yang diujikan, pada f.a.s 0,53 nilai tahanan 18Ω,pada f.a.s 0,53 nilai tahanan 17,3Ω mengalami penurunan dan mengalami kenaikan lagi pada f.a.s 0,54 dengan nilai tahanan 17,8Ω. Pada hubungan nilai slump dan nilai tahanan, nilai tahanan cenderung mengalami kenaikan, pada slump 1,5-7,2cm nilai tahanan cenderung mengalami kenaikan. Pada nilai slump 7,74cm nilai tahanan 17,3Ω mengalami penurunan dan mengalami kenaikan lagi pada slump 8,1cm dengan nilai tahanan 17,8Ω. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa nilai tahanan selain dipengaruhi sifat konduktor, Isolator, Semikonduktor pada material yang digunakan juga dipengaruhi oleh resistivitas dan konduktivitas suatu material dalam menghantarkan listrik.

Kata kunci : Slump, f.a.s, Tahanan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

HALAMAN PERSEMBAHAN iii

MOTTO iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI ix

DAFTAR SIMBOL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

ABSTRAKSI xvii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 3

1.3. Tujuan Penelitian 3

1.4. Manfaat Penelitian 4

1.5. Batasan Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Umum 6

2.2 Penelitian Terdahulu 9

2.2.1 Penelitian Terdahulu 10

2.3 Keaslian Penelitian 10

BAB III LANDASAN TEORI 11

3.1. Umum 11

3.2. Materi Penyusun Beton 11

3.2.1 Semen Portland 11

3.2.2 Agregat 13

3.2.3 Air 16

3.3. Faktor Air Semen (fas) 18

3.4. Slump 19

3.5. Tahanan 20

3.6. Multimeter 21

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 23

4.1. Umum 23

4.2. Bahan Penelitian 23

4.2.1 Semen 23

4.2.2 Agregat 23

4.2.3 Air 24

4.3. Peralatan Dan Penelitian 24

4.3.1 Saringan / Ayakan 24

4.3.2 Timbangan Dan Ember 24

4.3.3 Mistar 24
4.3.4 Mesin Pengaduk 24
4.3.5 Cetok dan Talam baja 24
4.3.6 Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk 25
4.3.7 Alat Multimeter (Multitester) 25
4.4. Pelaksanaan Penelitian 26
4.4.1 Persiapan Bahan 26
4.4.2 Kalibrasi Multimeter 27
4.5. Perancangan Adukan Beton 27
4.6. Pembuatan Benda Uji 28
4.7. Pengujian Slump 29
4.8. Pengukuran Tahanan 29
4.9. Analisis Data 30
4.10. Langkah-langkah Penelitian 31

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....

5.1. Hasil Penelitian 32
5.1.1. Hasil Pengujian Nilai Slump dan Nilai Tahanan 32
5.1.2. Nilai Slump rata-rata dan Nilai Tahanan rata-rata 36
5.2. Pembahasan 37
5.2.1. Faktor Air Semen 37
5.2.2. Slump 38
5.2.3. Tahanan 41

5.2.4. Hubungan antara f.a.s dengan nilai tahanan (Ω). 42

5.2.5. Hubungan antara nilai slump dengan nilai tahanan 47

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....

6.1. Kesimpulan 50

6.2. Saran 51

DAFTAR PUSTAKA 52

LAMPIRAN

DAFTAR SIMBOL

W	= Persentase berat pasir terhadap berat kerikil
K	= Modulus halus butir kerikil
P	= Modulus halus butir pasir
C	= Modulus halus butir campuran
Ω	= Hambatan/Tahanan Listrik
N	= Jumlah sampel dalam satu variasi
$\sum Slump$	= Jumlah nilai slump dalam satu variasi fas
$\sum \Omega$	= Jumlah nilai tahanan dalam satu variasi fas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Grafik Hubungan umur dan kuat tekan pada unsur-unsur semen*(Sumber: Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992)*… ……12

Gambar 4.1 Alat Multitester Analog 25

Gambar 4.2 Skala Multimeter Analog 30

Gambar 4.3 *Flow Chart* Metode Penelitian 31

Gambar 5.1 Grafik Hubungan Antara Nilai f.a.s Dengan Nilai Slump (cm).... 39

Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara f.a.s Dengan Nilai Tahanan (Ω) 45

Gambar 5.3 Hubungan antara nilai slump dengan nilai tahanan 48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rasio agregat semen 8

Tabel 2.2 Workability berdasrkan nilai slump 8

Tabel 3.1 Gradasi Pasir 15

Tabel 3.2 Gradasi Kerikil 16

Tabel 5.1 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,45 32

Tabel 5.2 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,46 33

Tabel 5.3 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,47 33

Tabel 5.4 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,48 33

Tabel 5.5 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,49 34

Tabel 5.6 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,50 34

Tabel 5.7 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,51 34

Tabel 5.8 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,52 35

Tabel 5.9 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,53 35

Tabel 5.10 Hasil Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,54 35

Tabel 5.11 Nilai rata-rata slump dan tahanan masing-masing fas 36

Tabel 5.12 Hubungan nilai f.a.s dengan nilai slump 38

Tabel 5.13 Hubungan f.a.s dengan tahanan 44

Tabel 5.14 Hubungan antara nilai slump dengan nilai tahanan 47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pemeriksaan Agregat

Lampiran 2 Perencanaan Perhitungan Mix Design

Lampiran 3 Hasil Pengujian Slump Dan Tahanan

Lampiran 4 Dokumentasi

Lampiran 5 Tabel Resistivytes Agregat

Lampiran 6 Kartu Peserta Tugas Akhir

BAB I
PENDAHULUAN

I.I Latar belakang

Dengan semakin berkembangnya dunia pembangunan, khususnya untuk pekerjaan pembuatan beton, bahwa beton yang baik dibentuk dari bahan material yang dicampur dalam perbandingan tertentu, sehingga hampir seluruh ruang kosong terisi rapat. Pasta semen akan mengikat seluruh bahan. Disamping syarat tersebut kelecakan spesi beton pada pengerjaannya harus cukup pula.

Kelecakan (*workability*) berhubungan dengan kemudahan pengangkutan dan pemampatan yang dipengaruhi oleh kadar semen, tipe semen, bentuk butiran, kadar agregat halus, kadar air dan bahan kimia tambahan (admixtures) yang dipakai. Reaksi pada campuran beton hanya memerlukan sedikit air, faktor air-semen (*fas*) memainkan peranan penting. Bila *fas* rendah yang digunakan, maka spesi beton tidak dapat dikerjakan lebih lanjut karena spesi sangat kental dan kaku. Penambahan air tidak lain hanya mempertinggi '*workability*', tetapi kualitas beton akan kurang. Indikator dari kemudahan dalam pengerjaan ini dapat di lihat dari nilai slump beton. Slump test beton merupakan parameter yang di gunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton, yaitu keenceran atau kepadatan adukan yang berguna dalam kemudahan pengerjaan adukan beton. Slump dari contoh bahan beton di lapangan harus diukur seketika setelah pengambilan bahan uji, kadang-kadang lebih berguna untuk mengukur slump pada saat mencampur, atau setelah pengangkutan pada tempat pencetakan. Ini mengingat adanya perubahan slump sesuai dengan waktu.

Adanya permasalahan yang terjadi pada pencampuran beton biasa, yaitu pada pengujian slump, di mana slump geser sering terjadi sehingga bilamana terjadi jenis slump ini maka pegujian slump di lakukan ulang, agar di peroleh bentuk yang mendekati slump sebenarnya. Pada umumnya cara pengujian slump menggunakan kerucut *Abrams* di mana pengisiannya atas tiga lapisan, masing-

masing lebih sepertiga volume kerucut. Variasi random yang terjadi antara slump adalah adanya beberapa ukuran akibat tiga buah jenis slump yang terjadi dalam praktek. Yang pertama terdiri atas penurunan umum dan seragam tanpa pecah (slump sebenarnya), yang kedua adalah slump geser terjadi bilamana separuh puncaknya tergeser dan miring, jenis yang ketiga runtuh seluruhnya.

Dari percobaan di atas jika slump mengalami keruntuhan geser atau miring maka percobaan akan diulang untuk mengulang percobaan tersebut membutuhkan waktu yang cukup banyak sehingga penuangan beton ke kerucut mengalami penundaan. Penundaan ini akan mengakibatkan kehilangan faktor air semen karena penguapan beton serta akibat terserapnya oleh agregat, selain itu bila perlu adukan diaduk lagi sebelum dilakukan pengujian agar tidak terjadi pemisahan dari adukan.

Seperti diketahui, dalam campuran beton terdapat pengikatan dan pelepasan berbagai macam ion antar material pembentuk campuran beton sehinggga diharapkan dapat diketahui nilai tahanan listrik dari campuran beton, karena bahan pembentuk campuran beton terdapat unsur logam yang bersifat sebagai konduktor listrik seperti Ferum (Fe) dan Alumunium (Al) dan ada pula yang bersifat semikonduktor seperti unsur Silicon (Si). Agar reaksi pelepasan ion antar unsur yang terkandung pada campuran beton dapat terjadi, diperlukan air yang berfungsi sebagai konduktor (pengantar listrik) dan juga berfungsi sebagai katalisator dalam reaksi yang terjadi pada campuran beton.

Jika menghubungkan sel-sel energi listik pada baterai yang terdapat pada multimeter dapat menghasilkan tegangan/arus output, arus akan mengalir ke dalam campuran beton dari positif ke negatif pada batang yang menghantarkan listrik akan terjadi reaksi elektrolisis. Dimana ion-ion positif tertarik ke batang yang menghantarkan listrik negatif (katoda). Ketika ion-ion tersebut bersentuhan dengan batang katoda, masing-masing akan menerima dua buah elektron, dengan demikian elektron tersebut akan kehilangan muatannya. Seperti diketahui bahwa elektron-elektron tersebut berasal dari terminal negatif baterai. Ion-ion yang sudah tak bermuatan (netral) akan tetap tinggal di katoda dan proses ini disebut reaksi elektrolisis. Akan tetapi jika pertambahan volume air pada adukan beton akan

mengakibatkan pasta menjadi encer maka akan berakibat pemisahan butiran agregat, semen dengan air atau terdapat gelembung udara pada adukan yang encer tersebut yang menyebabkan ion-ion yang bersentuhan pada batang-batang katoda berjumlah lebih sedikit pada saat reaksi elektrolis terjadi.

Apabila tingkat kenceran adukan dapat dicermati melalui nilai tahanan yang terukur dengan multimeter, maka di harapkan adanya korelasi antara tingkat keenceran adukan yang diekspresikan oleh nilai slump dengan nilai tahanan yang terjadi pada setiap variasi fas yang diujikan. Dengan harapan sesuai dengan teori pengerjaan yang ada dan dapat lebih hemat waktu pengujian slump.

I.2 Perumusan Masalah

1. Ada tidak korelasi antara tingkat keenceran adukan beton yang diekspresikan oleh nilai slump dengan nilai tahanan yang terbaca pada multimeter.
2. Jika terdapat korelasi pada adukan tersebut apakah bersifat konsisten sehingga dapat di pergunakan untuk mengukur nilai slump secara tidak langsung.

I.3 Tujuan penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini tujuan yang ingin dicapai adalah :

1. Mencari hubungan nilai slump menggunakan kerucut Abrams dengan nilai tahanan yang diukur secara tidak langsung menggunakan multimeter.
2. Mencari alternatif pengukuran nilai slump adukan beton secara tidak lansung apabila hubungan antara nilai slump dengan nilai tahanan pada tiap variasi fas bersifat konsisten.
3. Mencari pengaruh variasi nilai fas terhadap nilai tahanan.

I.4 Manfaat penelitian

Penelitian yang dilaksanakan ini diharapkan memberikan masukan yaitu:

1. Secara praktis, jika penelitian ini berhasil, diharapkan dapat memberikan alternatif pengujian slump secara tidak langsung yang dapat menghemat waktu pelaksanaan.
2. Memberikan informasi bahwa terdapat nilai tahanan yang terjadi pada campuran beton pada setiap variasi fas.

I.5 Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan permasalahan yang dihadapi diberikan batasan-batasan sehingga masalah yang diteliti tidak meluas.

Adapun batasan penelitian yang digunakan sebagai kontrol dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini di coba pada *fas* 0,45 ; 0,46 ; 0,47 ; 0,48 ; 0,49 ; 0,50 ; 0,51 ; 0,52 ; 0,53 ; 0,54.
2. Perbandingan campuran dalam satuan berat.
3. *Sement* yang digunakan adalah semen type 1 dengan merk Gresik kemasan 50 kg,
4. Agregat halus yang dipakai adalah pasir yang berasal dari Kali Boyong Merapi, Kaliurang, Yogyakarta.
5. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
6. Agregat kasar ukuran lolos dari saringan no. 4,8 dan tertahan saringan no. 2 jenis batu pecah mesin yang berasal dari celereng, Yogyakarta.
7. Pengujian Tahanan menggunakan alat Multitester (Multimeter) dengan merk ’’Sanwa’’ dan pengujian slump menggunakan kerucut abrams logam bentuk krucut yang tingginya 300 mm, diameter dasar 200 mm, dan diameter atas 100 mm dan tongkat penumbuk berdiameter 16 mm, dan panjang 600 mm, serta di bulatkan pada ujung bawahnya.

8. Penyebaran sampel dalam campuran dianggap homogen dan merata.
9. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Menurut SK SNI T-15-1991-03, 1991, beton (*Concrete*) terbuat dari semen (*Portland cement*), air, agregat (berupa batuan kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan ataupun tanpa bahan tambah yang membentuk masa padat.

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan-ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen. Singkatnya pasta semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerikil, basalt dan sebagainya). Rongga di antara bahan-bahan kasar diisi oleh bahan-bahan halus. (R.sagel, P. Kole dan Gideon Kusuma 1994),

Beton yang baik mempunyai kuat daya tarik, kuat tekan, dan kuat lekat tinggi : kedap air, tahan cuaca, tahan aus, tahan zat-zat kimia, susutan pergeseran kecil dan elatisitasnya tinggi. Biasanya beton yang baik mempunyai kuat tekan tinggi, tetapi lemah ditarik.(Triono Budi Astanto, 2001)

Sifat-sifat beton segar, yaitu kemudahan dikerjakan, pemisahan kerikil, pemisahan air. Kemudahan pengerjaan (*workability*) sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk di aduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan maupun sifat bahan-bahan itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton segar.

Unsur untuk yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain: jumlah air yang dipakai di dalam campuran adukan beton, makin banyak air dipakai dalam campuran adukan beton mudah di kerjakan. Penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti ikatan dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai fas yang tetap. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan

mudah dikerjakan. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan di kerjakan. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecekan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit jika dipadatkan dengan tangan.

Tingkat kemudahan pengerjaan pemeriksaan slump berkaitan dengan kelecakan atau keenceraan adukan beton. Makin encer adukan makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui tingkat kelecekan adukan beton biasanya dilakukan percobaan slump. Makin besar nilai slump berarti adukan beton makin encer dan ini berarti semakin mudah dikerjakan. Dengan pemeriksaan slump diperoleh nilai slump sebagai tolak ukur kelecekan beton segar yang berhubungan dengan tingkat kemudahan pengerjaan beton. (Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992).

Anggapan kelecakan spesi beton dalam praktek sering menimbulkan pendapat yang berbeda-beda. Seseorang dapat berpendapat spesi ''cukup kental'', sedangkan orang lain perpendapat spesi itu ''sangat encer''. Guna mencegah ketidak sependapatan itu dipikirkan suatu pengujian yang simple untuk meniliai kelecekan spesi beton dengan pegujian *slump* , atau biasa disebut *slump test*. Pada lokasi bangunan , pengujian penurunan ini dapat dilakukan untuk spesi beton yang suply oleh industri campuran beton (ready mix).

Slump diperiksa dengan menggunakan corong kerucut Abrams yang diisi 3 lapis, tiap lapis, ditusuk-tusuk dengan tongakat baja. Setelah permukaan diratakan spesi didiamkan selama setengah detik dan kemudian corong kerucut ditarik vertical ke atas perlahan-lahan. Segera, setelah itu turunnya puncak kerucut terhadap tinggi awal disebut nilai slump. (R.sagel, P. Kole dan Gideon Kusuma ,1994)

Didasarkan atas rasio agregat dan semen (A/C), terbagi atas beberapa tingkat yaitu: low workability, medium workability, dan hard workability. Tingkat workability dapat dilihat pada table 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Rasio agregat semen

Tingkat Wrkability berdasarkan Rasio Agregat-Semen

D Max (mm)	Rasio Agregat-Semen					
	Low Workability		*Medium Workability*		*Hard Workability*	
	Batu Alam	Batu Pecah	Batu Alam	Batu Pecah	Batu Alam	Batu Pecah
9.5	5.3	4.8	4.7	4.2	4.4	3.7
19	6.2	5.5	5.4	4.7	4.9	4.4
37.5	7.6	6.4	6.5	5.5	5.9	5.2

Sumber: jacson dan Dhir (1983)

Sedangkan tingkat workability yang berdasarkan atas nilai slump terdiri atas medium workability, low workability, dan very low workability. Tingkat workability dapat dilihat pada table 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Workability berdasrkan nilai slump

Tingakt workability berdasarkan nilai Slump

slump (mm)	Workability
25-100	Medium
10-50	Low
	Very low

Sumber: jacson dan Dhir (1983)

Pada campuran adukan beton nilai slump juga mempengaruhi tingkat workability. Selain itu pada campuran beton terjadi reaksi kimia yang bereaksi pada saat pencampuran adukan beton.antara agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Pada saat semen bereaksi dengan air maka akan terjadi proses hidrasi. Dari proses hidrasi yang terjadi pada campuran adukan beton bila di alirkan arus akan terjadinya proses elektrolis yang terjadi pada campuran adukan tersebut.

Reaksi elektrolis adalah suatu proses dimana suatu reaksi redoks yang tidak dapat terjadi secara spontan (Michael Faraday, 1834). Banyaknya perubahan kimia yang di hasilkan oleh arus listrik berbanding lurus dengan kuantitas listrik yang lewat. Satuan dari reaksi ini adalah *faraday* dimana 1 *faraday* setara dengan 1 Mol elektron. Dalam reaksi elektrolisis lewatnya 1 *faraday* pada rangkaian akan mengakibatkan oksidasi satu bobot ekuivalent suatu zat pada suatu elektrode dan reduksi bobot satu ekuivalent pada elektrode yang lain.

Akan tetapi semua senyawa ion yang melarut ke dalam air akan membentuk larutan elektrolit, sedangkan seyawaan yang larut dalam air ada yang elektolit ada pula yang bukan elektolit (A. Hadyana Pudjaatmaka Ph. D., kimia untuk universitas, 1991).

Multimeter adalah alat yang dapat mengukur beberapa besaran listrik yang berbeda (Owen Bishop, 2003),. Terdapat dua jenis multimeter, yaitu analog dan digital. Multimeter digital mempunyai fitur otopoaritas. Dengan fitur ini, meteran akan memperlihatkan tanda minus di sebelah kiri angka pembacaan apabila kedua probe di hubungkan dengan titik pengukuran secara terbalik. Seluruh multimeter digital mempunyai batteray untuk memberi daya pada penampilannya juga tidak membutuhkan daya dari rangkaian dalam pengukurannya. Ini berarti dalam pengukuran DC mempunyai resistansi tinggi (biasa disebut impedansi input) dalam 1MΩ atau lebih, biasanya 10MΩ, dan sangat tidak mempengaruhi pada rangkaian yang diukur. Sedangkan mulimeter Analog mengambil sedikit tenaga dari rangkaian yang diuji untuk mengoperasikan jarum penunjuknya. Alat harus bersensitivitas tinggi setidaknya 20kΩ/V atau memposisikan pembenahan pembacaan untuk rangkaian yang diuji. Battery didalam multimeter untuk menyediakan jangkah pengukuran resistansi, akan habis dalam masa tahunan tetapi membiarkan multimeter pada jangka pengukuran resistansi akan membuat batterai terus bekerja sampai habis. Multimeter dapat secara cepat dan mudah dijadikan sebagai sebuah voltmeter, sebuah ammeter atau sebuah ohmmeter. Alat ini mempunyai berbagai penepatan (disebut range) pada setiap mempunyai pilihan AC atau DC. Beberapa multimeter kelebihan tambahan layaknya sebagai pengukur transistor dan range untuk pengukuran kapasitansi dan frekuensi.

2.2 Penelitian Terdahulu

Beberapa usaha melalui penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan hasil slump test yang yang lebih cepat. Khususnya untuk pekerjaan beton dituntut kecepatan dan ketetapan. Pemeriksaan slump test dari spesi beton yang baik yang dibuat dilokasi bangunan (site mix) atau yang dibuat di industri beton (ready mix)

Berikut ini merupakan hasil penelitian yang berkaitan baik secara teknik maupun non teknis terhadap penelitian ini.

2.2.1 ''Penentuan slump test dengan mengukur tahanan jenis pasta beton''(Wahono Busro,2005)

Penelitian ini dilakukan dengan Perbandingan berat semen, Agregat halus, Agregat Kasar, Faktor air semen. Dalam pencampuran Agregat kasar dalam keadaan campuran 50% diameter 1 cm dan 50% diameter 2 cm pecah mesin. Pedoman pengerjaan beton berdasarkan SKNI T-15-1991-03.

Dari penelitian ini, didapatkan Hasil nilai slump yang berbeda berdasarkan batasan F.A.S melalui pengujian dengan Multimeter pada spesi beton segar dan dikonversi dengan pengujian slump menggunakan kerucut Abrams. (Wahono Busro, 2005, Jurnal Pondasi hal:175)

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mengetahui hubungan penggunaan kerucut ambrams dan multimeter dengan mengukur ketahanan jenis pasta beton terhadap kuat desak beton. Penelitian ini dimaksudkan untuk menambah referensi baru mengenai penelitian yang membahas hubungan kelecakan adukan beton yang diukur dengan kerucut Abrams pada fas 0,45 sampai dengan 0,54 dan membandingkan dengan hasil pengukuran tahanan yang dibaca pada multimeter, sehingga dapat dicari korelasi antara hasil pengujian slump dengan kerucut Abrams dengan hasil pembacaan multimeter yang dapat membuktikan bahwa semakin encer adukan beton maka nilai tahanan juga akan semakin besar. Sehingga kedepannya diharapkan pengujian nilai slump tidak hanya dapat dilakukan dengan mempergunakan kerucut Abrams tetapi dapat juga dilakukan dengan membaca nilai tahanan yang terbaca pada alat multimeter.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Istilah beton digunakan untuk menyatakan campuran antara semen, air, pasir dan kerikil yang mengeras menyerupai batu. Air dan semen membentuk pasta yang akan mengisi rongga-rongga di antara butir-butir pasir dan kerikil. Semen dan air berinteraksi secara kimiawi untuk mengikat partikel-partikel agregat menjadi suatu massa yang padat. Departemen Pekerjaan Umum (DPU) memberikan defisi tentang beton sebagai campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lainnya agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan massa padat *(Pedoman Beton 1989:hal 4).*

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

a). Kualitas semen, b). Proposi semen terhadap air dalam campuran, c). Kekuatan dan kebersihan agregat, d). Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat, e). Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton. F). Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton segar, g). Perawatan beton, dan h). Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang tidak diekspos dan 1% lagi beton yang tidak di ekspos *(E.G.Nawy, 1990:hal 24).*

3.2 Materi Penyusun Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy,1985). Materi penyusunnya terdiri dari beberapa bahan sebagai berikut ini.

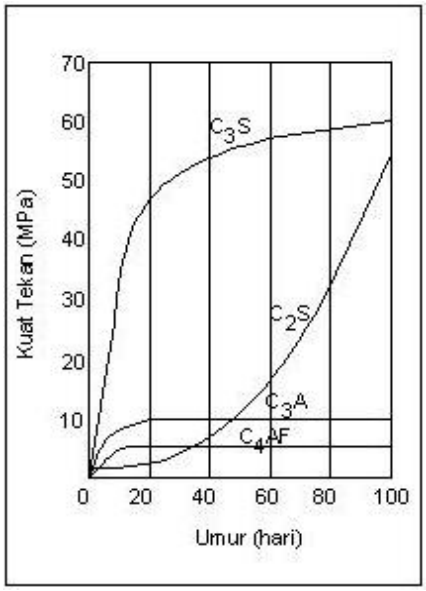
3.2.1 Semen Portland

Semen Portland (PC) dibuat dari semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terbuat dari batu kapur ($CaCO_3$) yang jumlahnya amat banyak serta tanah liat dan bahan dasar berkadar besi, terutama dari silikat-silikat

kalsium yang bersifat hidraulis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat. (SK SNI 03 - 2847 – 2002).

Fungsi utama semen adalah merekatkan/mengikat butir-butir agregat agar membentuk suatu massa padat, dan juga untuk mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10% namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting. (Tri Mulyono, 2003)

Unsur utama Semen Portland terdiri dari: Trikalsium silikat (C_3S atau $3CaO.SiO_2$), Dikalsium silikat (C_2S atau $2CaO.SiO_2$), Trikalsium aluminat (C_3A atau $3CaO.Al_2O_3$), dan Tetrakalsium aluminoferit (C_4AF atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$). Dari unsur utama semen dapat ditampilkan garfik hubungan umur dan unsure semen seperti pada Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Grafik Hubungan umur dan kuat tekan pada unsur-unsur semen

(Sumber: Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992)

Dua unsur yang pertama (C_3S dan C_2S) biasanya merupakan 70 sampai 80% dari semen sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen. Bila semen terkena air, C_3S segera mulai berhidrasi, dan akan menghasilkan panas pada campuran beton serta akan menghasilkan nilai tahanan apabila dilakukan pembacaan dengan alat multimeter, hal ini dikarenakan semen

mengandung Silikat (Si) yang bersifat semi konduktor, sehingga apabila di campurkan dengan air yang berfungsi sebagai katalisator maka akan mengakibatkan terjadinya reaksi elektrolisis pada campuran beton segar. Selain itu juga berpengaruh besar terhadap terhadap pengerasan semen, terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Sebaliknya C_2S bereaksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari, dan memberikan kekuatan akhir. Kedua unsur pertama ini membutuhkan air berturut-turut sekitar 24 dan 21% dari masing-masing beratnya untuk menjadi reaksi kimia, namun saat hidrasi C_3S membebaskan kalsium hidroksida hampir 3 kali lebih banyak daripada yang dibebaskan oleh C_2S. (Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992).

PUBBI 1982, menyebutkan bahwa semen dapat dibedakan menjadi 5 jenis, menurut perbedaan komposisi senyawa kimia yang terkandung pada semen, yaitu sebagai berikut ini.

Jenis I : Semen portland yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.

Jenis II : Semen portland yang tahan sulfat dan menghasilkan panas hidrasi yang rendah.

Jenis III: Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan Pengerasan awal yang tinggi.

Jenis IV: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut Persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut Persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

3.2.2 Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang merupakan bahan pengisi dalam campuran beton. Beton biasanya terdiri dari 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi dengan sedemikian rupa sehingga seluruh masa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat. Agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat

berukuran besar (Nawy, 1985), membagi agregat ke dalam dua jenis agregat sebagai berikut ini.

1. Agregat Kasar.

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi ¼ in (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. Jenis agregat kasar yang umumnya adalah : batu pecah alami, kerikil alami, agregat kasar buatan, agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat.

Tjokrodimulyo, 1992, mengatakan Agregat kasar ialah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir lebih besar dari 4,8 mm, dan agregat halus ialah gregat yang mempunyai ukuran butir-butir lebih kecil dari 4,8 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butirannya kecil dari 0,0075 mm disebut lumpur (slit), dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut tanah liat (clay). Agregat umumnya digolongkan dalam 3 kelompok antara yaitu:

a. Batu (besar butiran lebih dari 40 mm),
b. Kerikil (butiran antara 5 mm dan 40 mm), dan
c. Pasir (butiran 0,15 mm dan 5 mm).

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik.

2. Agregat Halus (pasir alami dan buatan).

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran no.4 dan no. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no 100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

Gideon Kusuma, 1993, menyatakan bahwa pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat keringnya. Apabila kadar lumpur melebihi 5%, maka pasirnya harus dicuci. Lumpur pada pasir dapat menghalangi ikatan dengan pasta semen. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak,

yang harus dibuktikan dengan pengujian warna dari Abrams-Harder. Pasir yang tidak memenuhi pengujian warna ini dapat juga dipakai asal kuat desak adukan dengan pasir tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% kuat desak adukan dengan pasir yang sama, tetapi telah dicuci dalam larutan NaOH 3% yang kemudian dicuci dengan air hingga bersih. Bahan-bahan organik itu dapat mengadakan reaksi dengan senyawa-senyawa dari semen Portland, hingga berakibat berkurangnya kualitas adukan.

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 (1990), kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak kasar dan kasar. Batas-batas jenis pasir tercantum dalam tabel 3.1. Adapun gradasi krikil yang baik sebaiknya masuk dalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 3.2.

Tabel 3.1 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	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	55-90	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 : Tri Budi Astanto (2001)

Keterangan :

Daerah I : Pasir kasar Daerah III : Pasir agak halus

Daerah II: Pasir agak kasar Daerah IV: Pasir halus

Tabel 3.2 Gradasi Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan berat butir maksimum:	
	Daerah I	Daerah II
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

Sumber : Tri Budi Astanto (2001)

Dalam peraturan ini juga ditetapkan gradasi agregat campurannya, yaitu campuran pasir dan kerikil dengan diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm. Indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus 1,5 sampai 3,8 dan kerikil antara 5 sampai 8. Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus:

$$W = \frac{K - C}{C - P} X 100\%$$

Dengan W : Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

K : Modulus halus butir kerikil

P : Modulus halus butir pasir

C : Modulus halus butir campuran

3.2.3 Air

Air pada campuran beton berfungsi sebagai media untuk mengaktifkan pada reaksi semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya 30% berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini dipakai sebagai pelumas. (Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992).

Menurut PBI, pasal 3.6, 1971, air untuk campuran beton harus tidak mengandung minyak, larutan asam, garam alkali, material organik, maupun bahan-bahan lain yang dapat mengurangi kekuatan beton.

Menurut Astanto, 2001, pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat-syarat sebagai berikut ini.

1. Tidak mengandung klorida (CI) lebih dari 0,5 gram/liter.
2. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
4. Tidak menggandung zat organik, asam, dan garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.

Air selain digunakan untuk meningkatkan beton, digunakan juga untuk perawatan sesudah beton dituang, yaitu untuk merendam atau membasahi beton. Air yang digunakan untuk bereaksi hidrasi dengan semen diperlukan sedikitnya 20-30% jumlah air dari berat semen. Kelebihan air pada campuran beton akan menurunkan kekuatan beton karena menimbulkan pori-pori yang mengurangi kepadatan beton.

Jumlah air optimum dalam suatu rancangan campuran beton ditentukan dari kemudahan pekerjaan yang dapat dicapai. Jumlah air optimum dikatakan tercapai apabila kemudahan pekerjaan pengecoran sesuai dengan tuntutan (dinyatakan dengan uji slump). Penyimpangan jumlah air dapat berakibat :

1. Bila air terlalu sedikit, maka :
   a. Dalam batas tertentu kekuatan tekan beton bisa naik,
   b. Pekerjaan pengecoran menjadi lebih sulit karena air yang juga berfungsi sebagai pelumas berkurang,
   c. Loss of slump beton menjadi lebih singkat sehingga proses penggecoran dituntut lebih cepat, dan
   d. Diperlukan sistem pemadatan ekstra agar didapat beton yang padat, bila tidak kemungkinan besar beton akan menjadi keropos.
2. Bila air terlalu banyak, maka :
   a. Kekuatan tekan beton akan turun,
   b. Pekerjaan pengecoran lebih mudah,

c. Loss of slump beton lebih lama, proses pengecoran/pemadatan lebih
d. Terjadi segregation (pemisahan butiran) dalam campuran sehingga kuat tekan beton turun, dan lama.
e. Terjadi penyusutan karena air kelebihan yang mengisi pori-pori beton suatu saat akan menguap meninggalkan pori-pori dalam beton.

3.3 Faktor Air Semen (fas)

Fas yang rendah (kadar air sedikit) menyebababkan air diantara adukan beton sedikit, sehingga jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek, akibatnya massa semen menjadi lebih berkaitan. Sebaiknya kenaikan FAS mempunyai pengaruhi terhadap sifat-sifat beton, seperti permeabilitas (sifat kedap air), ketahan terhadap pembekuan pada musim dingin dan cuaca, ketahanan terhadap abrasi, rayapan dan lain-lain. fas juga berpengaruh terhadap pembentukan proses hidrasi, sehingga untuk mengatasi retak-retak pada pembentukan beton dapat juga dengan mengatur fas yang dipakai. Jika suatu adukan (spesi) beton terlalu banyak air, maka pori-pori akan bertambah volumenya, akibatnya beton lebih berpori dan akhirnya kekuatan beton menjadi berkurang. Beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan *workabilitas* yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekejaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik.

Murdock dan Brook, 1978, menyatakan faktor air semen (*fas*) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen (*fas*) sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kenaikan fas mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas, ketahanan terhadap gaya dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan.

3.4 Slump

Slump merupakan parameter yang di gunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton, yaitu keenceran atau kepadatan adukan yang berguna dalam kemudahan pengerjaan adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*), yang di maksud dengan workability adalah ukuran tingkat kemudahan adukan beton untuk diangkut, dituang dan dipadatkan sebelum adukan beton mengalami pengerasan.

Menurut Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992, unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan (*workability*), yaitu:

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton.
   Makin banyak air makin mudah beton segar itu dikerjakan,
2. Penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan dalam pengerjaan adukan beton, karena pasti diikuti dengan pertambahan air untuk memperoleh nilai fas tetap,
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil,
   Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah pegerjaan beton,
5. pemakaian butir maksimum kerikil juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan pengerjaaan,
6. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda.
   Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecekan yang berbeda, sehingga di perlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada dipadatkan dengan tangan.

Dilihat dari pengertian diatas, nilai slump dan sifat workability saling berpengaruh, sehingga faktor yang mempengaruhi sifat workability juga mempengaruhi nilai slump pada campuran adukan beton. Nilai slump menunjukkan variasi faktor air/semen pada gradasi agregat, dan proporsi bahan campuran adukan beton yang digunakan.

3.5 Tahanan

Tahanan adalah perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatinya. Tahanan biasanya dinyatakan dalam satuan Ohm, Secara umum material yang dapat dilewati oleh media listrik dibagi menjadi 3 golongan yaitu konduktor, isolator dan semikonduktor. Konduktor dapat menghantarkan listrik arus listrik karena memiliki pita konduksi dan pita valensi yang bertumpang tindih (tidak memiliki celah). Hal ini mengakibatkan elektron memperoleh energi tambahan dan memasuki tingkat energi yang lebih tinggi dengan bantuan media listrik.

Semikonduktor bahan yang terletak diantara kedua golongan (konduktor dan isolator) ini berarti semikonduktor memiliki celah terlarang yang relatif kecil. Dimana jika ada energi listrik cukup besar mengalir pada cela terlarang akan terjadi interaksi elektron yaitu elektron yang berada pada pita valensi akan ke pindah ke pita konduksi. Elektron yang berada pada pita konduksi akan bebas bergerak dan memperoleh energi tambahan yang dapat menyebabkan bahan ini berubah menjadi unsur konduktor. Bahan yang termasuk sifat semikonduktor adalah germanium dan silikon (Si), pada tingkat energi yang rendah bahan ini bersifat isolator karena pita valensi penuh dan pita konduksi kosong, akan tetapi jika energi naik maka akan terjadi perpindahan elektron dari pita valensi ke pita konduksi yang menjadi konduktor yang baik. Contoh bahan yang termasuk silikon dan germanium.

Sedangkan isolator merupakan penghantar listrik yang buruk karena celah energi terlarang antara pita valensi dan pita hantaran (konduksi) cukup lebar, jika adanya energi listrik yang alirkan hanya sebagian kecil elektron yang dapat berpindah dari valensi ke pita hantaran, elektron bebas yang berada di pita hantaran berjumlah sangat sedikit, sehingga penghantar energi listrik tidak dapat berlangsung, contoh bahan yang termasuk isolator gelas, plastik.(Setiabudi.R, Material Teknik Listrik) Keadaan ini mengakibatkan adanya nilai tahanan pada proses aliran tersebut. Untuk mengetahui nilai tahanan digunakan alat yang bernama Multimeter.

3.5.1 Multimeter

Multimeter adalah alat yang dapat mengukur berabagai satuan listrik, multimeter dapat secara cepat dan mudah dijadikan sebagai sebuah voltmeter (tegangan), sebuah ampermeter (arus) atau sebuah ohmmeter (hambatan). Alat ini mempunyai berbagai penepatan (disebut 'range') pada setiap mempunyai pilihan AC atau DC. Beberapa multimeter kelebihan tambahan layaknya sebagai pengukur transistor dan range untuk pengukuran kapasitansi dan frekuensi. Terdapat 2 jenis multimeter, yaitu mulimeter analog dan multimeter digital.

Multimeter Analog mengambil sedikit tenaga dari rangkaian yang diuji untuk mengoperasikan jarum penunjuknya. Alat harus bersensitivitas tinggi setidaknya 20k Ω/V atau memposisikan pembenahan pembacaan untuk rangkaian yang diuji. Battery didalam meter untuk menyediakan jangkah pengukuran resistansi, akan habis dalam masa tahunan tetapi membiarkan meter pada jangkah pengukuran resistansi akan membuat batterai terus bekerja sampai habis. Untuk dapat mengunakan multimeter maka benda tersebut mempunyai hantaran listrik atau di lalui arus sehingga multimeter dapat mengukur satuan meter yang terjadi.

Jika menghubungkan sel-sel energi listik pada baterai yang terdapat pada multimeter dapat menghasilkan tegangan/arus output, arus akan mengalir ke dalam pasta semen dari positif ke negatif pada batang yang menghantarkan listrik akan terjadi proses elektrolisis. Dimana ion-ion positif tertarik ke batang yang menghantarkan listrik negatif (katoda). Ketika ion-ion tersebut bersentuhan dengan batang katoda, masing-masing akan menerima dua buah elektron, dengan demikian elektron tersebut akan kehilangan muatannya. Seperti diketahui bahwa elektron-elektron tersebut berasal dari terminal negatif baterai. Ion-ion yang sudah tak bermuatan (netral) akan tetap tinggal di katoda dan proses ini disebut elektrolisis.

Diketahui bahwa logam-logam, badan manusia, dan bumi adalah konduktor listrik (penghantar listrik) dan bahwa gelas, plastik, dan lain sebagainya adalah isolator di dalam kemampuannya untuk menghantarkan listrik.(Halliday & Resnick, Pantur Silaban Ph.D & Drs. Erwin Sucipto, Fisika, 1984)

Dilihat dari pengertian di atas bahwa komposisi bahan campuran beton normal yang terdiri dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) dan air merupakan penghantar listrik karena termasuk dari bagian bumi. Sedangkan semen portland yang komposisinya berupa bahan kimia yang terdiri Trikalsium silikat (C_3S atau $3CaO.SiO_2$), Dikalsium silikat (C_2S atau $2CaO.SiO_2$), Trikalsium aluminat (C_3A atau $3CaO.Al_2O_3$), dan Tetrakalsium aluminoferit (C_4AF atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$). *(Sumber: Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992)*

Karena unsur-unsur yang terkandung di semen mempunyai ion-ion unsur logam (A. Hadyana Pudjaatmaka Ph. D., kimia untuk universitas, 1991). Apabila larutan (pasta semen) kita masukkan dua buah batang yang menghantarkan listrik pada baterai yang dapat menghasilkan tegangan/arus output, arus akan mengalir ke dalam pasta semen dari positif ke negatif pada batang yang menghantarkan listrik akan terjadi reaksi elektrolisis.

Selain itu nilai tahanan ditentukan oleh besarnya nilai resistivitas yang dimiliki oleh material yang diujikan misalnya pada agregat, nilai resistivitas agregat memiliki beberapa faktor, faktor–faktor yang mempengaruhi resistivitas agregat adalah besar ukuran butir agregat, susunan agregat, umur serta proses geologi yang membentuk agregat, kosentrasi ion serta temperature lingkungan. Selain itu sebagian agregat bukan konduktor yang baik sehingga arus listrik yang terjadi biasanya karena adanya fluida elektrolik pada pori-pori dan rekahan yang terdapat pada agregat.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Umum.

Metode penelitian adalah urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang akan dilaksanakan.

4.2 Bahan Penelitian

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan dan bahan yang digunakan sebagai sarana untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun bahan dan alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

4.2.1 Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan pengikat beton adalah semen tipe 1 dengan merk Gersik kemasan 50 kg. Pengamatan secara visual terhadap kemasan tertutup rapat, bahan butiran halus serta tidak terjadi penggumpalan.

4.2.2 Agregat

Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat halus (pasir) yang berasal dari Kali Boyong Merapi, Kaliurang, Yogyakarta. Agregat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Agregat halus yaitu pasir halus dengan ukuran butiran $\leq$ 2,40 mm,
2. Agregat kasar yaitu pasir kasar dengan ukuran butiran >2,40 dan $\leq$ 4,80 mm

4.2.3 Air

Penelitian ini menggunakan air dari laboratorium bahan konstruksi Teknik jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4.3 Peralatan Penelitian

4.3.1 Saringan/ Ayakan

Saringan digunakan untuk mencari modulus kehalusan butir (Mf) dan untuk mengelompokkan agregat menjadi dua kelompok, yaitu agregat butiran ≤ 4,20 mm dan agregat butiran > 2,40 dan ≤ 4,80 mm.

4.3.2 Timbangan dan Ember

Alat ini digunakan untuk menimbang bahan-bahan yang akan dipakai pada penelitian.

4.3.3 Mistar

Alat ini digunakan untuk mengukur tinggi nilai *slump*.

4.3.4 Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk (*mixer*) digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton agar menjadi homogen.

4.3.5 Cetok dan Talam baja

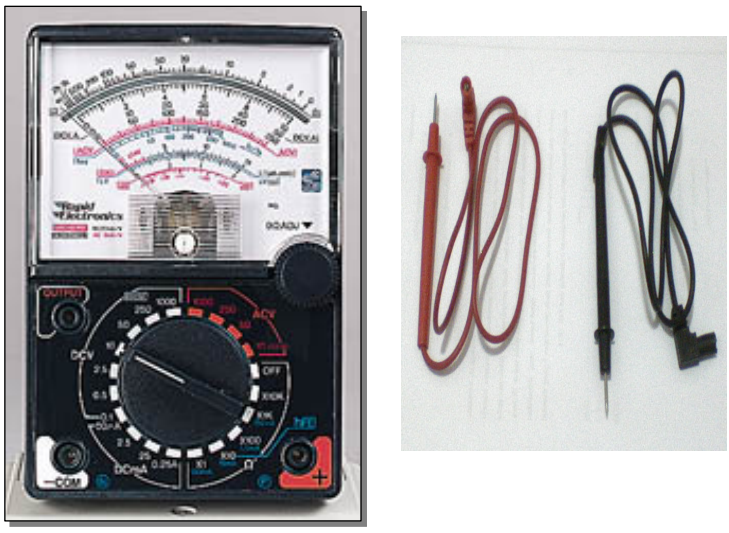
Cetok digunakan untuk memasukkan campuran beton ke dalam cetakan, sedangkan talam digunakan sebagai penampung campuran yang dikeluarkan dari mesin pengaduk.

4.3.6 Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk

Kerucut Abrams digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan atau *slump* dari adukan beton, bagian atas kerucut berdiameter 10 cm, bagian bawahnya 20 cm, dan tingginya 30 cm. Sedangkan baja penumbuk digunakan untuk menumbuk adukan beton yang telah dimasukkan ke cetakan.

4.3.7 Alat Multimeter (Multitester)

Alat multimeter adalah alat test yang sangat berguna dengan mengoperasikan sakelar banyak posisi, meter dapat secara cepat dan mudah dijadikan sebagai sebuah volt meter (tegangan), sebuah amp meter (arus) atau sebuah ohm meter (hambatan/resistansi). Alat ini digunakan untuk mengukur secara tidak langsung adukan beton dimana menggunakan kedua kutub (+) dan (–) yang terdapat pada alat multimeter yang dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Alat Multitester Analog

4.4 Pelaksanaan Penelitian

4.4.1 Persiapan Bahan

Persiapan bahan pada penelitian ini dimulai dengan pemilihan agregat yang akan dipakai, kemudian agregat tersebut dikelompokkan berdasarkan ukuran butiran yang direncanakan. Kemudian agregat tersebut diperiksa kadar lumpurnya, modulus kehalusan butirannya, dan berat jenisnya. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan seperti berikut :

1. Pemeriksaan kadar lumpur

   Agregat diambil seberat 500 gr, lalu dibersihkan dengan air, dengan menggunakan saringan 200 sampai air di wadah kelihatan jernih. Kemudian agregat tersebut dimasukkan ke oven dan setelah 24 jam agregat tersebut ditimbang. Perbandingan antara berat sebelum dicuci dan dioven dengan berat setelah dioven adalah jumlah kandungan lumpur dari agregat tersebut.

   Dari pemeriksaan yang lakukan diperoleh kadar lumpur pasir halus sebesar 1,0% dan kadar lumpur pasir kasar sebesar 1,0 %. Apabila pemeriksaan tersebut diperoleh kadar lumpur > 5%, maka agregat yang digunakan belum memenuhi syarat agregat untuk pekerjaan beton baik menurut PUBI- 1982. Oleh karena itu, agregat tersebut harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2. Analisa saringan dan modulus kehalusan

   Analisa saringan ini dilakukan untuk mengetahui distribusi butir (gradasi) halus yang dilakukan dengan menggunakan saringan yang tersedia. Adapun gradasi dan modulus kehalusan butir akan digunakan pada saat perhitungan perencanaan adukan beton.

3. Penentuan *Spesific Gravity* (berat jenis)

   Berat jenis agregat digunakan untuk menentukan volume yang diisi agregat dan pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara tidak langsung akan menentukan banyaknya kebutuhan agregat pada campuran beton. Berat jenis agregat yang tinggi akan menyerap air yang relatif sedikit begitu juga sebaliknya berat jenis agregat yang rendah akan menyerap air relatif banyak.

4.4.2 Kalibrasi Multimeter

Kalibrasi multimeter bertujuan untuk menyamakan nilai ukur pada alat multimeter yang digunakan pada penelitian ini. Multimeter yang digunakan bermerk "Sanwa". Pada kalibrasi kali ini di gunakan 3 alat multimeter dengan spesifikasi sama dan media pengujian berupa air tawar dalam beberapa takaran volume, berikut langkah-langkah pengerjaan kalibrasi alat multimeter :

1. Mempersiapkan bahan dan alat yang digunakan untuk pengujian kalibrasi alat multimeter.
2. Pengukuran resistensi diatur pada kisaran yang diinginkan. Pada penelitian ini pengukuran di pilih dengan memutar pengatur ukuran pada tahanan (Ω) kemudian kedua ujung + dan – di hubungkan dan petunjuk skala diatur ke angka nol dari busur angka ukuran.
3. Ujung + dan – pada alat multimeter dihubungkan kedalam air untuk mengukur nilai tahanan yang ada.
4. Pengujian air dengan alat multimeter dilakukan beberapa kali, apabila terjadi perbedaan hasil pengujian antara alat satu dengan yang lain, namun perbedaan hasil itu tidak terlalu signifikan, maka perbedaan hasil tersebut dapat diabaikan.

4.5 Perancangan Adukan Beton

Untuk mendapatkan mutu beton yang disyaratkan terlebih dahulu beton tersebut direncanakan campuranya sedemikian rupa sehingga didapat jumlah komposisi yang tepat antara semen, agragat halus dan agragat kasar serta air. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan adukan beton adalah:

- Kuat tekan sesuai dengan rencana pada usia 28 hari
- Sifat mudah dikerjakan
- Awet
- Ekonomis.

Metode yang digunakan dalam campuran ini adalah SK SNI 1990-03. ”Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal” merupakan adopsi dari cara *Department of Enviroment (DOE).*Building Research Establishment, Britain. Tahapan pembuatan ampuran beton adalah sebagai berikut:

1. Menentukan faktor air semen
2. Menetapkan nilai slump
3. Menetapkan kebutuhan air.
4. Menetapkan kebutuhan semen
5. Menetapkan kebutuhan pasir
6. Menentukan kebutuhan kerikil
7. Menentukan volume agregat kasar per meter kubik beton
8. Menghitung volume pasir

4.6 Pembuatan Benda Uji.

Beton yang dirancang dengan lomposisi bahan material yang telah ditentukan harus disertai dengan pelaksanaan yang baik agar menghasilkan beton yang sesuai dengan kekuatan yang direncanakan. Pada beton dengan campuran bahan ini, pelaksanaan pemadatan merupakan bagian yang sangat menentukan karena akan mempengaruhi kekuatan beton. Oleh karena itu perlu diperhatikan prosedur pelaksanaan pembuatan beton yang akan dijelaskan sebagai berikut ini.

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pengujian
2. Menimbang bahan yang dibutuhkan
3. Mencampur bahan-bahan (Agregat kasar, agregat halus, semen) yang sudah ditimbang kedalam molen, kemudian diaduk hingga campuran merata dan terlihat homogen,
4. Setelah campuran terlihat merata dan *homogen*, masukkan air dan molen dijalankan lagi,
5. Setelah semua bahan penyusun beton tercampur secara *homogen*, Pengukuran nilai slump dengan melakukan dua tahapan pelaksaan. Alat yang digunakan dengan kerucut abrams dan multimeter.

4.7 Pengujian Slump

Urutan percobaan tersebut adalah sebagai berikut:

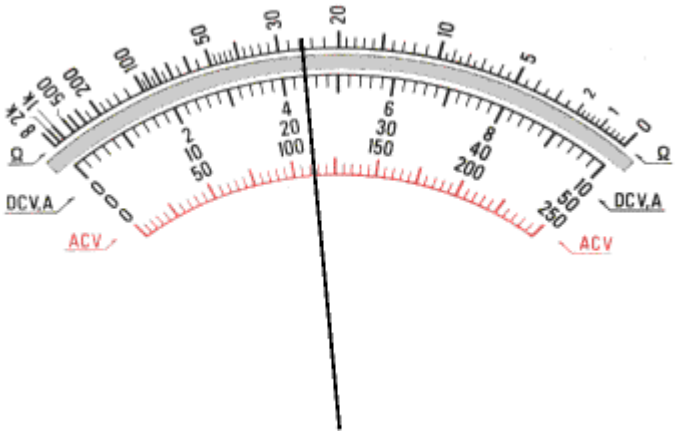
a. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pengujian slump,
b. Menimbang bahan yang dibutuhkan,
c. Mencampur bahan-bahan (Agregat kasar, agregat halus, semen) yang sudah ditimbang kedalam molen, kemudian diaduk hingga campuran merata dan terlihat homogen,
d. Setelah campuran terlihat merata dan homogen, masukkan air dan molen dijalankan lagi,
e. Setelah semua bahan penyusun tercampur secara *homogen*, maka dilakukan uji *slump*, adukan beton dimasukkan kedalam kerucut abrams, pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing 1/3 dari tinggi cetakan. Setiap tahap dipadatkan deengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali.
f. Setelah 60 detik, tarik kerucut abrams secara perlahan-lahan dan ukur besarnya penurunan yang terjadi terhadap tinggi kerucut abrams, besarnya penurunan yang terjadi pada adukan disebut nilai slump.

4.8 Pengukuran Tahanan.

Mengukur hambatan pada campuran beton menggunakan multimeter

a. Mempersiapkan multimeter dengan mengatur kenop pemilih pada kisaran yang diinginkan, apabila meteran memperlihatkan angka pembacaan yang sangat kecil, maka kita dapat menurunkan kisaran pengukuran hingga mendapatkan hasil yang dapat dibaca.
b. Pengukuran tahanan pada campuran beton dilakukan setelah mengkalibrasi alat multimeter dengan memilih pengatur ukuran pada tahanan (Ω). Kedua ujung probe positif dan negatif dihubungkan pada

c. campuran beton dan petunjuk skalar diatur ke angka nol dari busur angka ukuran pada alat multimeter. Nilai Tahanan dapat dilihat pada skala multimeter pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Skala Multimeter Analog

d. Setelah beberapa saat bacalah angka pengukuran yang ditampilkan pada multimeter (perhatikan agar kesalahan paralaks dapat dihindari).
e. Setelah mendapatkan angka pembacaan yang benar, lepaskan kedua probe multimeter dari campuran beton.
f. Setelah itu putarlah kenop pemilih ke posisi OFF (mati).

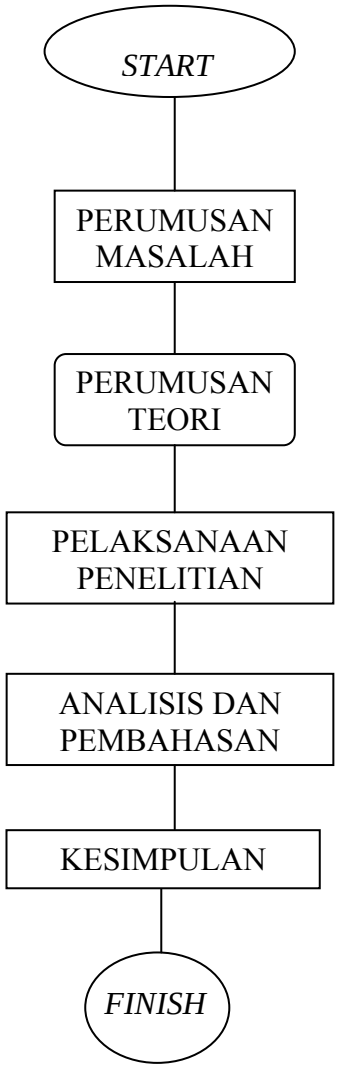
4.9 Analisis Data

Setelah bahan dan peralatan uji siap, serta sampel telah dibuat, maka sampel siap untuk diuji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi dan perbandingan antara satu pengujian dengan pengujian lainnya.

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh perlu diolah lebih lanjut dengan menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*. Pada penelitian ini, yang merupakan variabel bebas *(y)* adalah nilai tahanan. Sedangkan variabel terikatnya *(x)* adalah nilai f.a.s dan slump.

4.10 Langkah-langkah Penelitian

Urutan pelaksanaan penelitian seperti pada Gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4.3 *Flow Chart* Metode Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian.

Penelitian ini dilakukan mengunakan benda uji berbentuk adukan beton segar. Pada penelitian ini semua benda uji diuji nilai tahanannya dengan alat multimeter analog dan nilai slump dengan kerucut Abrams. Berdasarkan pengujian yang telah di laksanakan diperoleh data nilai slump dan nilai tahanan pada adukan beton pada tiap fas. Data yang diperoleh dianalisa untuk mencari korelasi antara nilai tahanan dan nilai slump.

5.1.1 Hasil Pengujian Nilai Slump Dan Nilai Tahanan

Hasil Pengujian nilai slump dengan nilai tahanan dapat ditunjukkan dalam bentuk tabel 5.1 sampai 5.10 berikut:

Tabel 5.1 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,45

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,45	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	1,7	14
2	1,8	15
3	1	15
4	2	16
5	1	15
Rata-rata	1,5	15

Tabel 5.2 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,46

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,46	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	2,7	16
2	3	15,5
3	2,8	16
4	2,5	15,5
5	2,4	15
Rata-rata	2,68	15,6

Tabel 5.3 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,47

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,47	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	4	15
2	3	16
3	2,9	16
4	3	16
5	3	16
Rata-rata	3,18	15,8

Tabel 5.4 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,48

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,48	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	4,7	17
2	4	15
3	4,8	16
4	4	16,5
5	4,5	17
Rata-rata	4,4	16,3

Tabel 5.5 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,49

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,49	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	5,5	17
2	6,5	16
3	6,3	16,5
4	5,4	16,5
5	5	17
Rata-rata	5,74	16,6

Tabel 5.6 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,50

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,50	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	6,6	16
2	5,8	16
3	7	18
4	7	18
5	6	17
Rata-rata	6,48	17

Tabel 5.7 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,51

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,51	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	6	18
2	6,5	18,5
3	6,7	16
4	7	16
5	7	18
Rata-rata	6,64	17,3

Tabel 5.8 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,52

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,52	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	7	19
2	7,6	18
3	7,4	18
4	7,1	18
5	6,9	17
Rata-rata	7,2	18

Tabel 5.9 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,53

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,53	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	8	17
2	8	17
3	7,5	16,5
4	7,3	18
5	7,9	18
Rata-rata	7,74	17,3

Tabel 5.10 Nilai Slump dan Tahanan pada variasi f.a.s 0,54

Sample	Hasil pengujian pada variasi f.a.s 0,54	
	Nilai Slump (cm)	Nilai Tahanan (Ω)
1	7,5	18
2	8	18
3	8	19
4	8	18
5	9	16
Rata-rata	8,1	17,8

5.1.2 Nilai Slump rata-rata dan Nilai Tahanan rata-rata

Dari hasil penelitian maka perhitungan nilai slump rata-rata dan nilai rata-rata tahanan dapat dilihat dari Tabel 5.11 berikut :

Tabel 5.11 Nilai rata-rata slump dan tahanan masing-masing fas

No.	f.a.s	Rata-rata nilai slump (cm)	Rata-rata nilai tahanan (cm)
1.	0,45	1,5	15
2.	0,46	2,68	15,6
3.	0,47	3,18	15,8
4.	0,48	4,4	16,3
5.	0,49	5,74	16,6
6.	0,50	6,48	17
7.	0,51	6,64	17,3
8.	0,52	7,2	18
9.	0,53	7,74	17,3
10.	0,54	8,1	17,8

Untuk mencari rata-rata nilai slump dan nilai tahanan dipergunakan rumus:

$$Slump(rata-rata) = \frac{\sum slump}{N} = \frac{7,5}{5} = 1,5cm$$

$$Tahanan(rata-rata) = \frac{\sum \Omega}{N} = \frac{75}{5} = 15k\Omega$$

Dimana $\sum Slump$: Jumlah nilai slump dalam satu variasi fas

$\sum \Omega$: Jumlah nilai tahanan dalam satu variasi fas

N : Jumlah sampel dalam satu variasi

5.2 Pembahasan

Sebelum ditarik kesimpulan, perlu dilakukan terlebih dahulu pembahasan mengenai pelaksanaan dan hasil yang diperoleh dari penelitian.

5.2.1 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air terhadap berat semen yang digunakan dalam adukan campuran beton, dengan demikian nilai fas hanya dipengaruhi oleh jumlah air dan semen pada campuran adukan beton.

Ketika air ditambah kedalam campuran semen, proses kimiawi yang disebut hidrasi akan berlangsung. Senyawa kimia didalam semen akan bereaksi dengan air pada proses hidrasi dan membentuk komponen baru berupa pasta semen yang merupakan gabungan antara semen dan air.

Pada proses hidrasi kandungan silikat dan aluminat pada semen bereaksi dengan air menjadi media pelekat antar bahan penyusun campuran beton. Air di dalam campuran beton berfungsi untuk reaksi kimia dengan semen yang memungkinkan terjadinya proses hidrasi, serta pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan.

Jumlah air yang dibutuhkan pada proses hidrasi sekitar 25 persen dari berat semennya, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. (Kardiyono Tjokrodimoeljo,1992). Umumnya nilai fas yang dipakai minimum sekitar 0,4 dan max 0,65 (Ir.Tri Mulyono,MT). Karena fas dibawah atau sekitar 0,4 akan memungkinkan terjadinya kesulitan pemadatan pada bahan campuran beton. Beton yang baik adalah beton yang mempunyai faktor air semen minimal tetapi cukup untuk memberikan workability yang dibutuhkan tanpa pemadatan yang berlebihan.

5.2.2 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat kelecekan (keenceran) campuran adukan beton. Keenceran atau kepadatan adukan beton berguna didalam kemudahan pengerjaan adukan beton untuk diangkut, dituang dan dipadatkan sebelum adukan beton mengalami pengerasan.

Nilai slump suatu campuran beton dipengaruhi oleh penambahan air, jumlah semen serta penggunaan gradasi agregat dalam campuran beton. Penambahan jumlah air akan mengakibatkan nilai slump mengalami kenaikan. Dengan kata lain semakin banyak penambahan air dalam adukan beton akan menaikkan nilai slump. Hal tersebut diatas dapat dilihat pada tabel 5.12 Hubungan antara nilai f.a.s dengan nilai slump

Tabel 5.12 Hubungan nilai f.a.s dengan nilai slump

No.	f.a.s (x)	Rata-rata nilai slump (cm) (Y)	Slump (%)	(X^2)	(Y^2)	(XY)
1.	0,45	1,5	0	0,2025	2,25	0,68
2.	0,46	2,68	44.03	0,2116	7,18	1,23
3.	0,47	3,18	52.83	0,2209	10,11	1,49
4.	0,48	4,4	65.91	0,2304	19,36	2,11
5.	0,49	5,74	73.87	0,2401	32,95	2,81
6.	0,50	6,48	76.85	0,2500	41,99	3,24
7.	0,51	6,64	77.41	0,2601	44,09	3,39
8.	0,52	7,2	79.17	0,2704	51,84	3,74
9.	0,53	7,74	80.62	0,2809	59,91	4,10
10.	0,54	8,1	81.48	0,2916	65,61	4,37
Σ	4,95	53,66	632,17	2,4585	335.29	27,17

Perhitungan Korelasi data f.a.s dengan nilai slump :

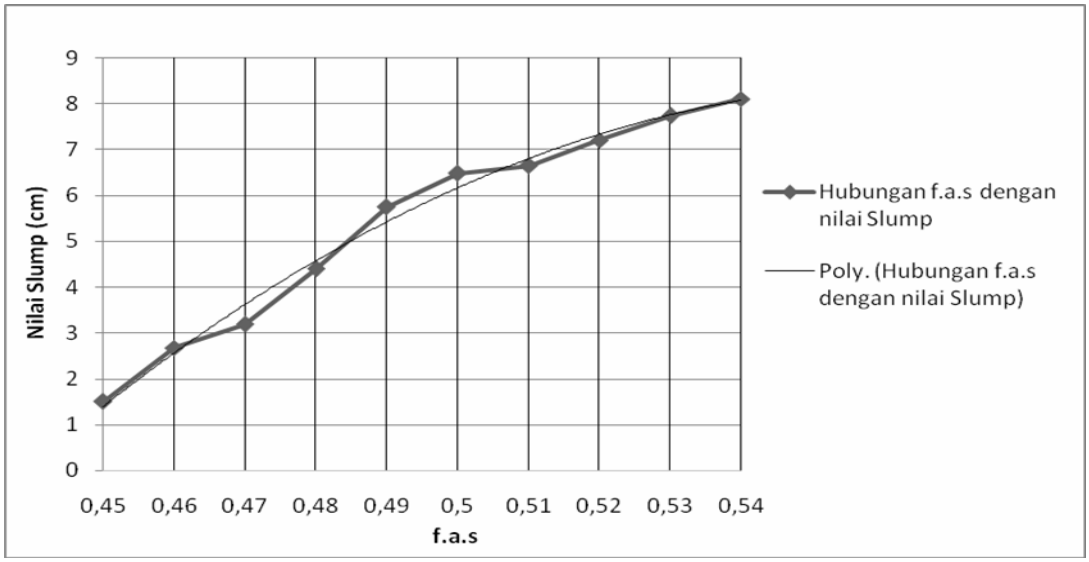
$$r(x,y) = \frac{n(\sum xiyi) - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{\{n(\sum x^2) - (\sum xi)^2\}\{n(\sum y^2) - (\sum yi)^2\}}}$$

$$r(x,y) = \frac{10(27{,}17) - (4{,}95 * 53{,}66)}{\sqrt{\{10(2{,}4585) - (4{,}95)^2\}\{10(335{,}29) - (53{,}66)^2\}}}$$

$$= 0{,}979$$

Hasil dari r(x,y) = 0,979 korelasi f.a.s dengan nilai slump mendekati satu, dapat diartikan hasil koefisien korelasi mendekati sempurna

Dari tabel 5.12 dapat ditampilkan grafik hubungan antara nilai f.a.s dengan nilai slump pada gambar 5.2 berikut:



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara Nilai f.a.s Dengan Nilai Slump (cm)

Dari Gambar 5.2 diatas dapat dilihat dengan penambahan air pada masing-masing sampel akan menghasilkan nilai slump yang berbeda. Penambahan air pada f.a.s 0,45 sampai 0,54 mengalami kenaikkan, sehingga diperoleh nilai slump tertinggi pada nilai f.a.s 0,54.

Data secara teoritis yang menunjukkan hubungan antara nilai f.a.s dengan nilai slump, menghasilkan kenaikan nilai slump yang bervariasi, hal ini dikarenakan faktor–faktor yang mempengaruhi nilai f.a.s dan nilai slump tidak semuanya sama, nilai f.a.s hanya dipengaruhi oleh berat air dan berat semen yang ditambahkan pada campuran beton. Kenaikan nilai f.a.s dapat terjadi misalnya jumlah semen yang dimasukkan didalam campuran tidak mengalami perubahan artinya hanya air saja yang ditambahkan volumenya maka akan mengakibatkan pasta yang terbentuk menjadi encer, pasta semen yang encer pada adukan beton tersebut mengakibatkan pengikatan pasta oleh semen menjadi kurang baik. Sedangkan nilai slump memiliki sejumlah faktor yang tidak mempengaruhi nilai f.a.s misalnya gradasi, bentuk dan ukuran agregat. Gradasi agregat menentukan distribusi ukuran butiran agregat yang digunakan dalam campuran beton dimana tidak dapat dipastikan penyebaran atau komposisi ukuran agregat yang terdapat pada setiap sampel, mungkin saja pada salah satu sampel terdapat banyak agregat yang berukuran kecil dan sampel lain terdapat agregat yang berukuran lebih besar yang jumlahnya lebih banyak dari pada agregat yang berukuran kecil. Sehingga pada saat pengujian slump akan terjadi rongga-rongga yang mengakibatkan perbedaan nilai slump yang dihasilkan. Dari penjelasan diatas bahwa faktor yang mendasari nilai slump dan nilai f.a.s terdapat perbedaan, apabila dilakukan pengujian slump dengan nilai f.a.s yang besar kenaikannya linier maka belum tentu akan menghasilkan nilai slump yang besar kenaikannya linier (tetap) dapat disimpulkan bahwa penambahan jumlah air pada adukan beton akan berdampak pada kenaikan nilai slump.

5.2.3 Tahanan

Tahanan adalah perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatinya yang biasanya dinyatakan dalam satuan Ohm. Pada campuran beton, setiap material masing-masing mempunyai sifat daya hantar listrik, apabila ditempatkan dalam medan listrik. Secara umum material yang dapat dilewati oleh media listrik dibagi menjadi 3 golongan yaitu konduktor, isolator dan semikonduktor. Konduktor dapat menghantarkan listrik arus listrik karena memiliki pita konduksi dan pita valensi yang bertumpang tindih (tidak memiliki celah). Hal ini mengakibatkan elektron memperoleh energi tambahan dan memasuki tingkat energi yang lebih tinggi dengan bantuan media listrik.

Semikonduktor bahan yang terletak diantara kedua golongan (konduktor dan isolator) ini berarti semikonduktor memiliki celah terlarang yang relatif kecil. Dimana jika ada energi listrik cukup besar mengalir pada cela terlarang akan terjadi interaksi elektron yaitu elektron yang berada pada pita valensi akan ke pindah ke pita konduksi. Elektron yang berada pada pita konduksi akan bebas bergerak dan memperoleh energi tambahan yang dapat menyebabkan bahan ini berubah menjadi unsur konduktor.

Bahan yang termasuk sifat semikonduktor adalah germanium dan silikon (Si), pada tingkat energi yang rendah bahan ini bersifat isolator karena pita valensi penuh dan pita konduksi kosong, akan tetapi jika energi naik maka akan terjadi perpindahan elektron dari pita valensi ke pita konduksi yang menjadi konduktor yang baik.

Sedangkan isolator merupakan penghantar listrik yang buruk karena celah energi terlarang antara pita valensi dan pita hantaran (konduksi) cukup lebar, jika adanya energi listrik yang alirkan hanya sebagian kecil elektron yang dapat berpindah dari valensi ke pita hantaran, elektron bebas yang berada di pita hantaran berjumlah sangat sedikit, sehingga penghantar energi listrik tidak dapat berlangsung. Keadaan ini mengakibatkan adanya nilai tahanan pada proses aliran tersebut.

Pada campuran beton, setiap material masing-masing mempunyai sifat sebagai material listrik, apabila material tersebut ditempatkan dalam medan listrik. Air dalam campuran berfungsi sebagai pereaksi kimia dan pelumas campuran beton, air juga mempunyai sifat sebagai penghantar listrik yang baik, sedangkan semen merupakan bahan ikat pada campuran beton jika dicampur dengan air dan melewati tahap proses hidrasi. Agregat berfungsi sebagai pengisi dalam campuran beton. Semen dan agregat banyak mengandung unsur silika yang masuk dalam katagori material semikonduktor. Bila air, semen dan agregat dicampur dalam proses pembuatan campuran beton maka akan terjadi proses hidrasi. Ketika campuran beton mengalami proses hidrasi dan pada saat yang bersamaan adukan beton tersebut diberi arus listrik dari betere yang terdapat pada multimeter akan terjadinya reaksi elektrolisis. Reaksi elekrtolisis merupakan reaksi redoks berupa penggunaan bersama elektron terluar dari unsur yang diujikan. Dari penjelasan diatas jika dialirkan listrik pada campuran baton dapat menghasilkan nilai tahanan pada campuran adukan beton.

5.2.4 Hubungan antara f.a.s dengan nilai tahanan (Ω).

Nilai f.a.s adalah perbandingan air dan semen, sehingga f.a.s hanya dipengaruhi oleh air, seperti diketahui air mempunyai fungsi memberikan reaksi semen dan pelumas pada butir-butir agregat, air juga mempunyai sifat penghantar listrik (konduktor) jika dilewati aliran listrik. Sedangkan semen merupakan bahan penyusun beton yang komposisinya terdiri dari senyawa Trikalsium silikat (C_3S atau $3CaO.SiO_2$), Dikalsium silikat (C_2S atau $2CaO.SiO_2$), Trikalsium aluminat (C_3A atau $3CaO.AI_2O_3$), dan Tertrakalsium aluminoferit (C_4AF atau $4CaO.AI_2O_3.Fe_2O_3$). Dilihat dari komposisinya, Semen Portland mengandung 70%-80% unsur Trikalsium Silikat (C_3S) dan Dikalsium Silikat (C_2S) (Kardiono Tjokrodimulyo, Ir, ME, 1992).

Bila air, semen dan agregat dicampur dalam proses pembuatan campuran beton maka akan terjadi proses hidrasi antara semen dengan air, pada saat proses hidrasi berlangsung terjadi reaksi kimia yang kompleks antara air dan semen

sehingga tidak semua reaksi yang terjadi dapat diketahui secara rinci. Senyawa C_3S jika terkena air akan cepat bereaksi dan menghasilkan panas, Senyawa C_2S lebih lambat bereaksi dengan air akan tetapi memberikan ketahanan terhadap serangan kimia dan mempengaruhi susut terhadap pengaruh panas akibat lingkungan. Hasil utama dari reaksi kimia tersebut adalah senyawa $C_3S_2H_3$ yang biasa disebut "tobermorite" dan panas. Air yang digunakan dalam reaksi kimia tersebut berkisar 0,25 dari berat semen sehingga sisa air yang tidak terpakai berfungsi sebagai pelicin. Pada agregat dan bahan semen banyak mengandung unsur silicon (Si) yang mempunyai sifat semikonduktor. Sifat material yang bersifat semikonduktor akan berubah dari bahan yang bersifat isolator menjadi bahan yang bersifat konduktor apabila diberi energi berupa : suhu, medan magnet.

Ketika campuran adukan beton mengalami proses hidrasi, adukan beton diberi arus listrik dari batere yang terdapat pada multimeter akan terjadi reaksi elektktrolisis. Reaksi elekrtolisis merupakan reaksi redoks berupa penggunaan bersama elektron terluar dari unsur yang diujikan. Elektron-elektron unsur Silikon (Si) yang terdapat pada semen dan agregat beton hanya sedikit yang dapat berpindah dari pita valensi menuju berpindah ke pita konduksi, karena jumlah air yang tersisa dari proses hidrasi menyebabkan elektron kekurangan energi untuk berpindah sehingga menurunkan jumlah ikatan kovalen yang terjadi pada material yang bersifat semikonduktor pada campuran beton dan mengakibatkan pita valensi tetap penuh sedangkan pita konduksi tetap kosong sehingga proses penghantaran listrik tidak dapat berlangsung dengan baik karena material yang bersifat semikonduktor dalam campuran beton masih bersifat sebagai isolator. Hasil pengujian nilai Tahanan ditunjukkan dalam tabel 5.13 berikut ini:

Tabel 5.13 Hubungan f.a.s dengan tahanan

No.	f.a.s (X)	Rata-rata nilai tahanan (kΩ) (Y)	Nilai Tahanan (%)	(X^2)	(Y^2)	(XY)
1.	0,45	15	0	0,2025	225,00	6,75
2.	0,46	15,6	44.03	0,2116	243,36	7,18
3.	0,47	15,8	52.83	0,2209	249,64	7,43
4.	0,48	16,3	65.91	0,2304	265,69	7,82
5.	0,49	16,6	73.87	0,2401	275,56	8,13
6.	0,5	17	76.85	0,2500	289,00	8,50
7.	0,51	17,3	77.41	0,2601	299,29	8,82
8.	0,52	18	79.17	0,2704	324,00	9,36
9.	0,53	17,3	80.62	0,2809	299,29	9,17
10.	0,54	17,8	81.48	0,2916	316,84	9,61
∑	4,95	166,7	632.17	2,4585	2787,67	82,77

Perhitungan Korelasi data f.a.s dengan nilai tahanan :

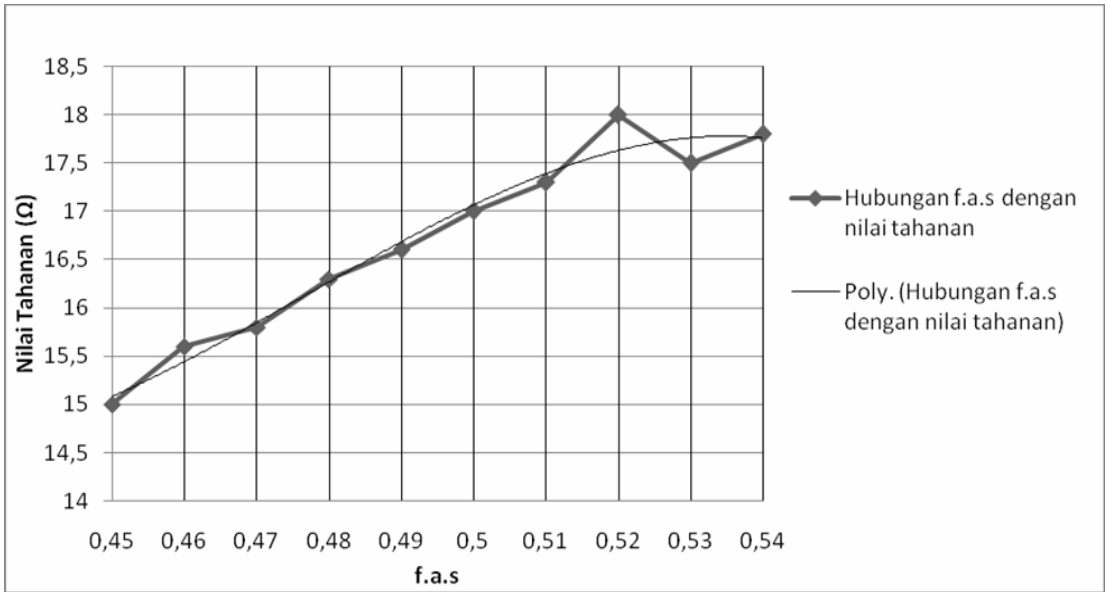
$$r(x,y) = \frac{n(\sum xiyi) - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{\{n(\sum x^2) - (\sum xi)^2\}\{n(\sum y^2) - (\sum yi)^2\}}}$$

$$r(x,y) = \frac{10(82,77) - (4,95 * 166,7)}{\sqrt{\{10(2,4585) - (4,95)^2\}\{10(2787,67) - (166,7)^2\}}}$$

$$= 0,957$$

Hasil dari r(x,y) = 0,957 korelasi f.a.s dengan nilai tahanan mendekati satu, dapat diartikan hasil koefisien korelasi mendekati sempurna.

Dari Tabel 5.13 dapat ditampilkan grafik Hubungan antara f.a.s dengan nilai Tahanan pada gambar 5.3 berikut:



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara f.a.s Dengan Nilai Tahanan (Ω)

Berdasarkan Gambar 5.3 hubungan antara f.a.s dengan nilai tahanan terlihat bahwa tahanan mengalami kenaikan mulai dari 15Ω sampai nilai dengan 18Ω pada f.a.s 0,52. Sedangkan pada f.a.s 0,53 nilai tahanan mengalami penurunan sebesar 17,5Ω selanjutnya mengalami kenaikan lagi pada f.a.s 0,54 sebesar 17,8Ω. Hal ini dikarenakan faktor–faktor yang mempengaruhi nilai f.a.s dan nilai tahanan tidak semuanya sama, nilai f.a.s hanya dipengaruhi oleh berat air dan berat semen yang ditambahkan pada campuran beton. Kenaikan nilai f.a.s dapat terjadi misalnya jumlah semen yang dimasukkan didalam campuran tidak mengalami perubahan artinya hanya air saja yang bertambah volumenya maka akan mengakibatkan pasta yang terbentuk menjadi encer. Pertambahan volume air dapat terjadi akibat adanya kandungan air pada agregat sehingga nilai fas sesungguhnya tidak sesuai dengan nilai fas yang direncanakan. Sedangkan nilai tahanan memiliki sejumlah faktor yang tidak dipengaruhi oleh f.a.s.

Kenaikkan pada nilai tahanan dapat dipengaruhi oleh air yang bersifat konduktor, semen dan agregat yang bersifat semikonduktor, sehingga pada saat proses hidrasi, elektron-elektron unsur Silikon (Si) yang terdapat pada semen dan agregat beton hanya sedikit yang dapat berpindah dari pita valensi menuju berpindah ke pita konduksi, karena jumlah air yang tersisa dari proses hidrasi menyebabkan elektron kekurangan energi untuk berpindah sehingga menurunkan jumlah ikatan kovalen yang terjadi pada material yang bersifat semikonduktor pada campuran beton dan mengakibatkan pita valensi tetap penuh sedangkan pita konduksi tetap kosong sehingga proses penghantaran listrik tidak dapat berlangsung dengan baik karena material yang bersifat semikonduktor dalam campuran beton masih bersifat sebagai isolator. Selain itu nilai tahanan dipengaruhi oleh tingkat resistivitas yang dimiliki oleh agregat dalam campuran beton tidak dapat ditentukan perilakunya setiap sampel, faktor yang mempengaruhi tingkat resistivitas agregat adalah besar dan susunan butir, umur, proses geologi yang membentuk agregat, serta temperatur lingkungan. Tetapi besaran kenaikan nilai tahanan berprilaku tidak tetap dilihat dari grafik 5.3 hubungan antara f.a.s dengan nilai tahanan terlihat bahwa tahanan mengalami penurunan pada f.a.s 0,53 dengan nilai tahanan sebesar 17,5Ω selanjutnya mengalami kenaikan lagi pada f.a.s 0,54 sebesar 17,8Ω.

Penurunan nilai tahanan ini dikarenakan besaran tingkat konduktivitas agregat yang dimiliki oleh agregat campuran beton tidak dapat ditentukan perilakunya setiap sampel dimana tingkat konduktivitas agregat memiliki beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi konduktivitas antara lain jumlah air pada agregat, sifat fluida yang mengisi pori batuan serta.temperatur lingkungan. Selain itu sebagian besar agregat bukan konduktor yang baik, sehingga arus listrik bisa terjadi karena fluida elektrolit pada pori-pori dan rekahan pada agregat. Dari penjelasan diatas bahwa faktor yang mendasari nilai tahanan dan nilai f.a.s terdapat perbedaan, apabila dilakukan pengujian tahanan dengan nilai f.a.s yang besar kenaikannya tetap maka belum tentu akan menghasilkan nilai tahanan yang besar kenaikannya tetap.

5.2.5 Hubungan antara nilai slump dengan nilai tahanan.

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat kelecekan (keenceran) campuran adukan beton. Keenceran atau kepadatan adukan beton berguna didalam kemudahan pengerjaan adukan beton untuk diangkut, dituang dan dipadatkan sebelum adukan beton mengalami pengerasan. Pengujian nilai slump dilakukan pada adukan beton basah yang materialnya terdiri dari air, semen, dan agregat. Pada material campuran adukan beton dapat menghantarkan atau menghambat listrik jika ditempatkan pada media listrik. Karena selain terjadinya proses elektrolisasi jaga terjadi proses hidrasi pada adukan beton tersebut. Hasil pengujian nilai slump dan nilai tahanan dapat di lihat pada tabel 5.14 berikut:

Tabel 5.14 Hubungan antara nilai slump dengan nilai tahanan.

No.	Rata-rata nilai slump (cm) X	Rata-rata nilai tahanan(Ω) Y	Y^2	X^2	XY
1.	1,5	15	2,25	225	22,5
2.	2,68	15,6	7,18	243,36	41,808
3.	3,18	15,8	10,11	249,64	50,244
4.	4,4	16,3	19,36	265,69	71,72
5.	5,74	16,6	32,95	275,56	95,284
6.	6,48	17	41,99	289	110,16
7.	6,64	17,3	44,09	299,29	114,872
8.	7,2	18	51,84	324	129,6
9.	7,74	17,3	59,91	299,29	133,902
10.	8,1	17,8	65,61	316,84	144,18
Σ	53,66	166,7	335,29	2787,67	914,27

Perhitungan Korelasi data nilai slump dan nilai tahanan :

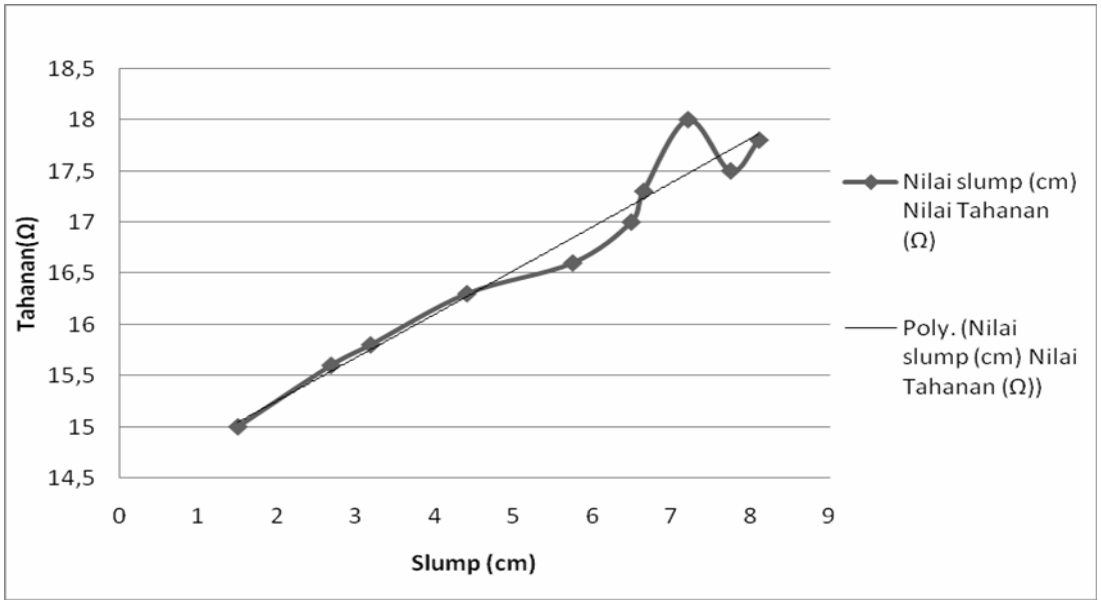
$$r(x,y) = \frac{n(\sum xiyi) - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{\{n(\sum x^2) - (\sum xi)^2\}\{n(\sum y^2) - (\sum yi)^2\}}}$$

$$r(x,y) = \frac{10(914{,}27) - (53{,}66 * 166{,}7)}{\sqrt{\{10(335{,}29) - (53{,}66)^2\}\{10(2787{,}67) - (166{,}7)^2\}}}$$

$$= 0{,}968$$

Hasil dari r(x,y) = 0,968 korelasi nilai slump dan nilai tahanan mendekati satu, dapat diartikan hasil koefisien korelasi mendekati sempurna.

Data hasil pengujian nilai slump dan nilai Tahanan dapat dibuat garfik hubungan nilai slump dengan nilai tahanan seperti pada gambar 5.4 berikut:



Gambar 5.4 Hubungan antara nilai slump dengan nilai tahanan.

Dari Tabel 5.14 dan Gambar 5.4 dapat dilihat rata-rata nilai tahanan mengalami peningkatan terjadi pada slump 1,5 cm sampai 7,2 cm. Sedangkan pada nilai slump 7,74 cm nilai tahanan mengalami penurunan sebesar 17,3Ω selanjutnya nilai tahanan mengalami kenaikan lagi pada 17,8Ω pada slump 8,1cm.

Penurunan nilai tahanan pada adukan beton dimungkinkan karena keadaan material yang digunakan pada proses pencampuran bahan. Material kerikil yang digunakan cenderung basah, sehingga banyak mengandung air, baik dipermukaan maupun dalam butiran, selain itu distribusi ukuran butiran agregat dan kondisi ssd pada setiap agregat yang digunakan dalam campuran beton dimana tidak dapat dipastikan penyebaran atau komposisi ukuran agregat yang terdapat pada setiap sampel, mungkin saja pada salah satu sampel terdapat banyak agregat yang berukuran lebih besar yang jumlahnya lebih banyak dari pada agregat yang berukuran kecil sehingga terdapat rongga-rongga kosong yang terisi air dari sisa proses hidrasi mengakibatkan arus listrik dapat mengalir pada material yang bersifat semikonduktor, tetapi besaran penurunan nilai tahanan terjadi karenakan terdapat besaran konduktivitas yang dimiliki oleh agregat dalam campuran beton yang tidak dapat ditentukan perilakunya pada setiap sampel. Konduktivitas pada agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jumlah air yang terkandung pada pori batuan, sifat air yang mengandung fluida elektrolit yang mengisi pori batuan serta interkoneksi ruang pori antar agregat yang cenderung memiliki ruang kosong yang lebih besar diantara butiran-butirannya sehingga memiliki resistivitas rendah. Selain itu sebagian besar agregat bukan konduktor yang baik. Sehingga arus listrik yang terjadi karena fluida elektrolit pada pori dan rekahan pada agregat. Dengan penjelasan diatas bahwa nilai tahanan dapat mengalami penurunan dan kenaikkan, sehingga kenaikkan nilai tahanan tidak seiring dengan kenaikan nilai slump.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian nilai tahanan pada variasi fas 0,45; 0,46; 0,47; 0,48; 0,49; 0,50; 0,51; 0,52; 0,53; 0,54 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai slump mengalami kenaikan seiring bertambahnya air pada setiap variasi fas pada campuran beton.
2. Dari hasil pengujian nilai tahanan pada setiap variasi fas bertahap naik seiring kenaikan nilai fas. Dari hasil pengujian, nilai tahanan pada adukan beton dipengaruhi dari sifat karakteristik material itu sendiri dan reaksi yang terjadi yang tidak dapat diketahui perilakunya.
3. Nilai Tahanan yang di dapat dalam penelitian ini mengalami peningkatan seiring dengan naiknya nilai slump, akan tetapi besar kenaikan yang terjadi bervariasi. Dari hasil pengujian, nilai tahanan pada adukan beton dipengaruhi dari sifat karakteristik material itu sendiri dan reaksi elektrolisis yang terjadi pada bahan campuran beton yang tidak dapat diketahui perilakunya.
4. Mengingat jumlah data yang tersedia dalam penelitian ini sangat terbatas, sehingga hasil pengujian belum dapat dipakai sebagai pengganti pengujian slump
5. Hubungan antara nilai tahanan dan nilai slump yang diperoleh dengan batasan yang telah di tetapkan dalam penelitian ini menunjukkan korelasi yang mendekati sempurna.

6.2 Saran

Berikut ini saran-saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian yang sudah saya lakukan:

1. Perlunya dilakukan penelitian kualidasi pada adukan beton di luar penelitian, sehingga hasilnya dapat di bandingkan dengan hasil penelitian yang dibuat.
2. Perlu adanya penelitian yang sama dengan mengukur suhu yang terjadi pada campuran pada saat proses hidrasi.
3. Perlu adanya kecermatan dan ketelitian dalam pembacaan multimeter, agar kesalahan paralaks dapat di hindari. Selain itu pembersihan batang phrobe multimeter, harus dibersihkan dengan seksama , karena batang tersebut sangat sensitive.
4. Perlu ketelitian dalam pembuatan benda uji, agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan benda uji yang akan berpengaruh terhadap tahanan campuran beton
5. Pada saat pengujian hendaknya alat multimeter yang digunakan berasal dari merek dan tipe yang sama, selain itu semua multimeter yang dipergunakan dalam penelitian sebaiknya sudah mengalami proses kalibrasi.
6. Perlu penelitian lebih lanjut dengan agregat dari sumber berbeda dan gradasi yang berbeda pula. Mengingat faktor ini mempengaruhi nilai slump yang dihasilkan, tetapi belum tentu mempengaruhi nilai tahanan.

DAFTAR PUSTAKA

Astanto.T.B, 2001, KONSTRUKSI BETON BERTULANG, Kanisius, Jogjakarta

Bishop Owen, 2004, DASAR ELEKTRONIKA, Erlangga, Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SK SNI-S-18-1990-03, *SPESIFIKASI BAHAN TAMBAHAN UNTUK BETON*, Yayasan LPMB, Bandung

Hadyana Pudjaatmaka Ph. D, 1991, KIMIA UNTUK UNIVERSITAS, Erlangga, Jakarta

Halliday dan Resnick, 1995, FISIKA EDISI KETIGA JILID 1, Erlangga, Jakarta

L.J Murdock dan K.M Brook, 1995, *BAHAN DAN PRAKTEK BETON*, Erlangga, Jakarta

Kusuma G.H, dan Vis.W.C, 1997, DASAR-DASAR PERENCANAAN BETON BERTULANG EDISI KEDUA, Erlangga, Jakarta

Mulyono Tri Ir. MT, 2003, *TEKNOLOGI BETON*, Andi, Yogyakarta

Metoda Geolistrik, http://www.geoph.itb.ac.id/~grandis/geolistrik_1p.pdf

Nawy.E.G, 1998, BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR, PT. Refika Aditama, Bandung

Pettrucci H Ralph dan Suminar, 1993, KIMIA DASAR PRINSIP DAN TERAPAN MODERN, Erlangga, Jakarta

Reynolds, 1997, Resistivitas material geologi http://www.geoph.itb.ac.id/~grandis/bab_2.pdf

Setiabudy Rudy, 2007, MATERIAL TEKNIK LISTRIK, Universitas Indonesia, Jakarta

Tjokrodimulyo Kardiyono, 1992, *BAHAN BANGUNAN*, Universitas Gadjah Mada, Yogykarta

William H Hayt dan John A.Buck, 2006, ELEKTROMAGNETIKA, Erlangga, Jakarta

Wood J.H, 1991, KIMIA UNTUK UNIVERSITAS, EDISI KEENAM JILID 1, Erlangga, Jakarta

Wood J.H, 1991, KIMIA UNTUK UNIVERSITAS, EDISI KEENAM JILID 2, Erlangga, Jakarta

LAMPIRAN 1

Hasil Pemeriksaan Agregat

LABORATORIUM BAHAN KONTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707,895042 fax.: (0274)895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Di terima tanggal : 21 November 2007

Pasir asal : Merapi

Uraian	Contoh 1
Berat pasir kering mutlak, gram (BK)	485
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1143
Berat picnometer berisi air, gram (B)	831
Berat jenis curah, gram/cm^3……...(1) Bk / (B+500-Bt)	2,56
Berat jenis jenuh kering muka, gram/cm^3……..(2) 500 / (B+500-Bt)	2,94
Berat jenis semu……..……..(3) Bk / (B+Bk-Bt)	2,84
Penyerapan……..……..(4) (500-Bk) / Bk x 100%	3,73%

Keterangan:

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Kesimpulan : Berat jenis pasir dari merapi didapat sebesar 2,84 gr/cm^3 dengan penyerapan air 3,73 %

Yogyakarta, 23 November 2007

Di syahkan Di kerjakan oleh:

…… (Tri Fitriana)

LABORATORIUM BAHAN KONTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707,895042 fax.: (0274)895330 Yogyakarta.

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR KERIKIL

Kerikil di terima tanggal : 28 November 2007

Kerikil asal : Celereng

Uraian	Contoh1
Berat kerikil mutlak, gram (BK)	4942
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3068
Berat jenis curah, gram/cm^3…….....(1) Bk / (Bj-Ba)	2,56
Berat jenis jenuh kering, gram/cm^3……...(2) Bj / (Bj-Ba)	2,58
Berat jenis semu……..……..(3) Bk / (Bk-Ba)	2,64
Penyerapan……..……..(4) (Bj-Bk) / Bk x 100%	1,17%

Keterangan:

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Kesimpulan : Berat jenis kerikil dari celereng didapat sebesar 2,64 gr/cm^3 dengan penyerapan air 1,17 %

Yogyakarta, 30 November 2007

Di syahkan

Di kerjakan oleh:

……

(Tri Fitriana)

LABORATORIUM BAHAN KONTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707,895042 fax.: (0274)895330 Yogyakarta.

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN

AGREGAT KASAR

Kerikil di terima tanggal : 28 November 2007

Kerikil asal : Celereng

Lubang ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0	0	100
20.00	1126	22,52	22,52	77,48
10.00	3671	73,42	95,94	4,06
4.80	172	3,44	99,38	0,62
Sisa	31	0,62	100	0
Jumlah	5000	100	317,89	-

Modulus halus butir = $\frac{317,84}{100}$ = 3,18

GRADASI KERIKIL

Lubang Saringan (mm)	Persen butir yang lewat saringan besar butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4.8	0-5	0-10

Yogyakarta,30 November 2007

Di Syahkan

Di kerjakan oleh:

.....

(Tri Fitriana)

LABORATORIUM BAHAN KONTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707,895042 fax.: (0274)895330 Yogyakarta.

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Pasir di terima tanggal: 21 November 2007 Pasir asal: Merapi

Lubang ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen lolos Kumulatif (%)
4.80	4	0,2	0,2	99,8
2.40	30	1,5	1,7	98,3
1.20	105	5,25	6,95	93,05
0.60	1097	54,85	61,80	38,2
0.30	575	28,75	90,55	9,45
0.15	168	8,4	98,95	1,05
Sisa	21	1,05	100	0
Jumlah	2000	100	360,15	

Modulus halus butir = $\frac{360,15}{100}$ = 3,60

GRADASI PASIR

Lubang Ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.80	90-100	90-100	90-100	95-100
2.40	60-95	75-100	85-100	95-100
1.20	30-70	55-90	75-100	90-100
0.60	15-34	35-59	60-79	80-100
0.30	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar
Daerah II : Pasir agak kasar
Daerah III : Pasir agak halus
Daerah IV : Pasir halus

Kesimpulan : Dari hasil pemeriksaan diatas diketahui bahwa pasir yang diteliti masuk pada Daerah II Pasir agak kasar.

Yogyakarta, 23 November 2007

Di Syahkan Di kerjakan oleh:

…… (Tri Fitriana)

LABORATORIUM BAHAN KONTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707,895042 fax.: (0274)895330 Yogyakarta.

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO. 200
(UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)

Pasir di terima tanggal : 28 November 2007

Pasir asal : Merapi

Ukuran butir maksimum	Berat minimum	Keterangan
Sampai 4.80 mm	500 gram	Pasir
9.60 mm	1000 gram	Kerikil
19.20 mm	1500 gram	Kerikil
38.00 mm	2500 gram	Kerikil

	Sampel 1
Berat agregat kering oven (W1), gram	500
Berat agregat kering oven setelah di cuci (W2), gram	569
Berat yang lewat ayakan no. 200 , persen {{W1-W2)/W1}x100%	1,4

Menurut Persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) berat bagian yang lewat ayakan no. 200 (0.075) mm:

a. Untuk pasir maksimum 5% (lima persen)
b. Untuk kerikil maksimum 1% (satu persen)

Yogyakarta, 23 November 2007

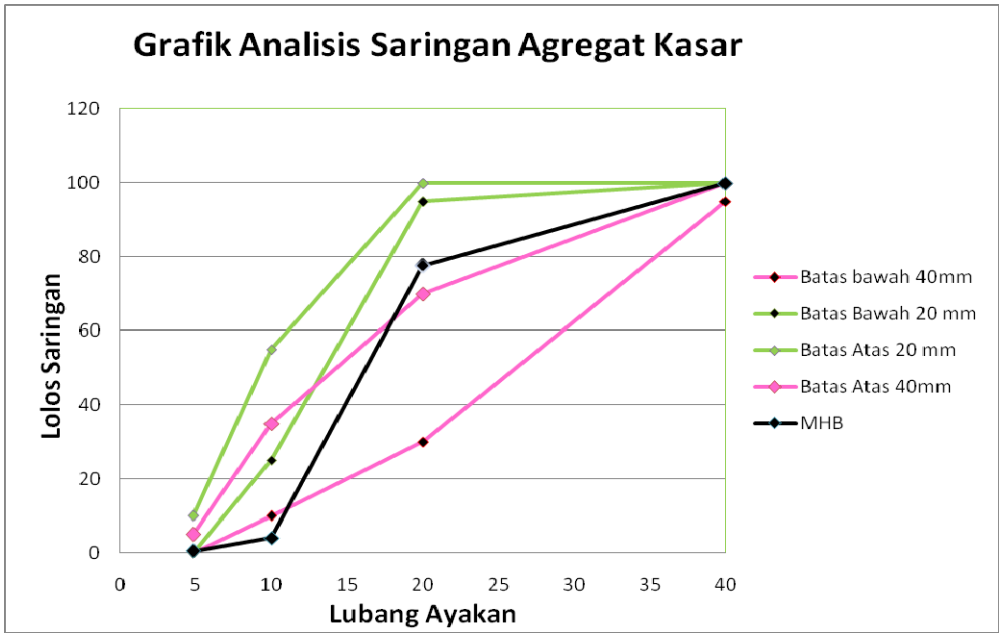
Di Syahkan

Di kerjakan oleh:

……

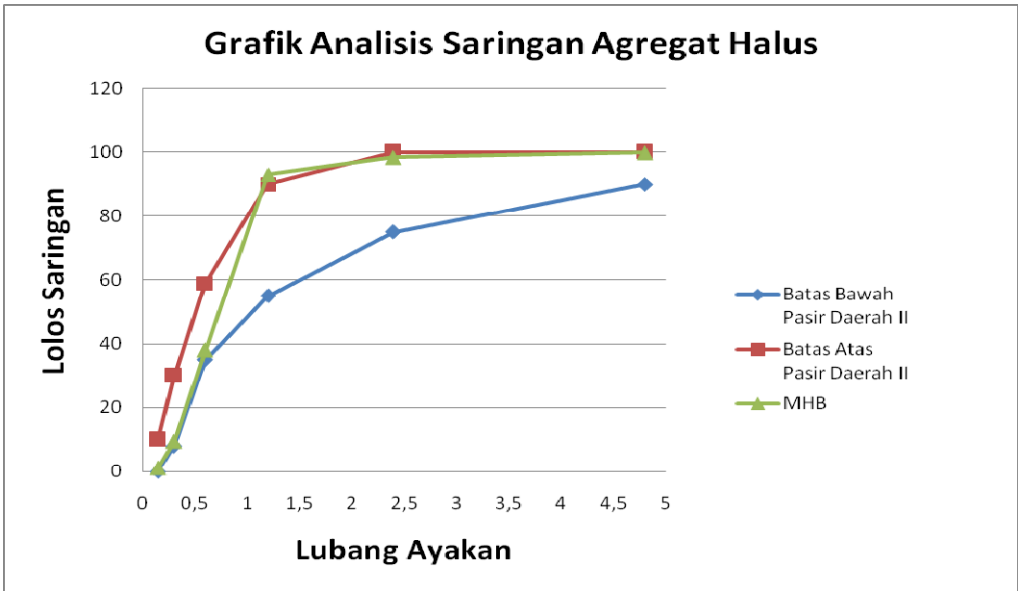
(Tri Fitriana)

1. **Grafik Saringan Agregat Kasar.**



Gambar L1.1 Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar

2. **Grafik Saringan Agregat Halus**



Gambar L1.2 Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar

LAMPIRAN 2

Perencanaan Perhitungan Campuran Beton (Mix Desaign)

Perhitungan Campuran Beton *(Mix Desaign)*

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode SNI 03-1974-1990 :

f'c = 20 Mpa

Jenis semen = Semen portland jenis tipe I

Jenis kerikil = Batu pecah

Ukuran maksimum kerikil = 40 mm

Jenis pasir = Agak halus (golongan 2)

Berat jenis kerikil = 2,67 t/m^3

Berat jenis pasir = 2,84 t/m^3

Nilai slump rencana = 60-100 mm

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu f'c = 20 Mpa
2. Penetapan nilai deviasi standar (S)

   S = 5,6 dengan tingkat pengendalian mutu pekerjaan cukup
3. Perhitungan nilai tambah (Margin) = k x sd

   = 1,64 x 5,6

   = 9,184 Mpa
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

   f'cr = f'c + m

   = 20 + 9,184

   = 29,184 Mpa
5. Menetapkan faktor air semen (FAS)

   a. nilai f.a.s ditetapkan = 0,45
6. Menetapkan nilai kadar air bebas

   Agregat kasar (Batu pecah) = 205 kg/m^3

   Agregat halus (Batu tidak pecah) = 175 kg/m^3

$$= \frac{2}{3} wh + \frac{1}{3} wk = \left[\frac{2}{3} x175\right] + \left[\frac{1}{3} x205\right] = 185 liter$$

7. Menentukan kebutuhan semen

$$= \frac{Jumlahairyangdibutuhkan}{Faktorairsemen}$$

$$= \frac{185}{0{,}45}$$

= 411,11 Kg

8. Prosentase pasir terhadap agregat campuran

Pasir = 40 %

Kerikil = 60 %

9. Berat jenis beton

$$= \left[\frac{p}{100}\, xbj.agr.halus\right] + \left[\frac{k}{100}\, xbj.agr.kasar\right]$$

$$= \left[\frac{40}{100}\, x2.84\right] + \left[\frac{60}{100}\, x2{,}67\right]$$

= 2,7380

10. Menentukan berat beton

Berdasarkan berat jenis campuran yaitu 2,74 dan kadar air bebas yaitu 185 liter didapatkan berat jenis beton = 2350 kg/cm^3

11. Kebutuhan berat pasir dan kerikil = $W_{beton} - W_{air} - W_{semen}$

= 2350 – (411,11 - 185)

= 1753,89 kg

12. Kebutuhan pasir = 40% x 1753,89

= 698,05 kg

13. Kebutuhan kerikil =1753,89 – 698,05

= 1055,84 kg

14. Maka kebutuhan 1m^3 beton :

a. Air = 185 Liter

b. Semen = 411,11 Kg

c. Pasir = 698,02 Kg

d. Kerikil = 1055,84 Kg

15. Kontrol hitungan berat $1m^3$ beton yaitu berat total air, semen, pasir dan kerikil

berat beton = Wa + Ws + Wp + Wk

= 0,185 + 0,41111 + 0,69802 + 1,056

= 2,35013 ton = 2350 kg/cm^3

Berat beton sekitar 2300 ~ 2500 kg/m^3 → sesuai dengan berat jenis beton yaitu 2350 kg/cm^3

16. Kebutuhan campuran untuk tiap sampel :

Volume benda uji = $(0.25 \times \pi \times 0{,}15^2) \times 0{,}3$

= 0,0053 m^3

Maka kebutuhan campuran beton untuk 1 sampel :

Keb.campuran = Vol x Keb. $1m^3$ x SF

Air	= 0,0053 x 185 x 1,2	= 1,176liter
Semen	= 0,0053 x 411,11 x 1,2	= 2,614Kg
Pasir	= 0,0053 x 698,05 x 1,2	= 4,439 Kg
Kerikil	= 0,0053 x 1055,84 x 1,2	= 6,715 Kg

a. Campuran Beton f.a.s 0.45 (5 benda uji)

Air	= 5 x 1,176liter	= 5,88 Liter
Semen	= 5 x 2,614Kg	= 13,07 Kg
Pasir	= 5 x 4,439 Kg	= 22,19 Kg
Kerikil	= 5 x 6,715 Kg	= 33,57 Kg

b. Pada variasi f.a.s 0,46 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,46

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,46 x 411,11 = 189,11 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,46 adalah :

Kebutuhan Air = 189,11 x 0,0053 x 1,2 x 5 = 6,01 Liter

Semen = 5 x 2,614 = 13,07 Kg

Pasir = 5 x 4,439 = 22,19 Kg

Kerikil = 5 x 6,715 = 33,57 Kg

c. Pada variasi f.a.s 0,47 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,47

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,47 x 411,11 = 193,221 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,47 adalah :

Kebutuhan Air = 193,221 x 0,0053 x 1,2 x 5 = 6,15 Liter

Semen = 5 x 2,64 = 13,07 Kg

Pasir = 5 x 4,439 = 22,19 Kg

Kerikil = 5 x 6,715 = 33,57 Kg

d. Pada variasi f.a.s 0,48 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,48

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,48 x 411,11 = 197,3328 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,48 adalah:

Kebutuhan Air = 197,33 x 0,0053 x 1,1 x 5 = 6,30 Liter

Semen = 5 x 2,614 = 13,07 Kg

Pasir = 5 x 4,439 = 22,19 Kg

Kerikil = 5 x 6,715 = 33,57 Kg

e. Pada variasi f.a.s 0,49 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,49

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,49 x 411,11 = 201,443 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,49 adalah:

Kebutuhan Air = 201,44 x 0,0053 x 1,2x 5 = 6,40 Liter

Semen = 5 x 2,61 = 13,07 Kg

Pasir = 5 x 4,439 = 22,19 Kg

Kerikil = 5 x 6,715 = 33,57 Kg

f. Pada variasi f.a.s 0,50 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,50

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,50 x 411,11 = 205,55 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,49 adalah:

:

Kebutuhan Air = 205,55 x 0,0053 x 1,2 x 5 = 6,55 Liter

Semen = 5 x 2,614 = 13,07 Kg

Pasir = 5 x 4,439 = 22,19 Kg

Kerikil = 5 x 6,715 = 33,57 Kg

g. Pada variasi f.a.s 0,51 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,51

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,51 x 411,11 = 209,66 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,51 adalah :

Kebutuhan Air = 209,66 x 0,0053 x 1,2 x 5 = 6,66 Liter

Semen = 5 x 2,164 = 13,07 Kg

Pasir = 5 x 4,439 = 22,19 Kg

Kerikil = 5 x 6,715 = 33,57 Kg

h. Pada variasi f.a.s 0,52 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,52

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,52 x 411,11 = 213,77 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,52 adalah :

Kebutuhan Air = 213,77 x 0,0053 x 1,2 x 5 = 6,80 Liter

Semen = 5 x 2,614 = 13,07 Kg

Pasir = 5 x 4,439 = 22,19 Kg

Kerikil = 5 x 6,715 = 33,57 Kg

i. Pada variasi f.a.s 0,53 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,53

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,53 x 411,11 = 217,88 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,53 adalah :

Kebutuhan Air = 217,88 x 0,0053 x 1,2 x 5 = 6,93Liter

Semen = 5 x 2,614 = 13,07 Kg

Pasir = 5 x 4,439 = 22,19 Kg

Kerikil = 5 x 6,715 = 33,57 Kg

j. Pada variasi f.a.s 0,54 kebutuhan air dihitung ulang dengan cara :

Nilai f.a.s = 0,54

Kebutuhan Semen = 411,11

Maka nilai kebutuhan Air = Nilai f.a.s x kebutuhan semen

= 0,54 x 411,11 = 221,99 Liter

Maka kebutuhan material untuk 5 sample variasi f.a.s 0,54 adalah :

Kebutuhan Air	= 221,99 x 0,0053 x 1,2 x 5	= 7,06 Liter
Semen	= 5 x 2,614	= 13,07 Kg
Pasir	= 5 x 4,439	= 22,19 Kg
Kerikil	= 5 x 6,715	= 33,57 Kg

k. Total kebutuhan campuran untuk semua sampel (50 sampel)

Air	= 64,74 Liter
Semen	= 130,7Kg
Pasir	= 221,9 Kg
Kerikil	= 335,7 Kg

LAMPIRAN 3

Pengujian Slump Dan Tahanan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

1. Hasil Pengujian Slump

Pengujian : Slump

Benda uji : Adukan Beton Segar

Alat Uji : Kerucut Abrams

Tabel L3.1 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,45

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	1,7
2	1,8
3	1
4	2
5	1
Rata-rata	1,5

Tabel L3.2 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,46

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	2,7
2	3
3	2,8
4	2,5
5	2,4
Rata-rata	2,68

Tabel L3.3 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,47

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	4
2	3
3	2,9
4	3
5	3
Rata-rata	3,18

L**ABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

Tabel L3.4 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,48

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	4,7
2	4
3	4,8
4	4
5	4,5
Rata-rata	4,4

Tabel L3.5 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,49

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	5,5
2	6,5
3	6,3
4	5,4
5	5
Rata-rata	5,74

Tabel L3.6 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,50

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	6,6
2	5,8
3	7
4	7
5	6
Rata-rata	6,48

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

Tabel L3.7 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,51

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	6
2	6,5
3	6,7
4	7
5	7
Rata-rata	6,64

Tabel L3.8 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,52

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	7
2	7,6
3	7,4
4	7,1
5	6,9
Rata-rata	7,2

Tabel L3.9 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,53

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	8
2	8
3	7,5
4	7,3
5	7,9
Rata-rata	7,74

Tabel L3.10 Nilai Slump pada variasi f.a.s 0,54

Sampel	Nilai Slump (cm)
1	7,5
2	8
3	8
4	8
5	9
Rata-rata	8,1

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

2. Hubungan f.a.s-nilai Slump

Tabel L3.11 Hubungan f.a.s-nilai slump

No.	f.a.s	Rata-rata nilai slump (cm)
1.	0,45	1,5
2.	0,46	2,68
3.	0,47	3,18
4.	0,48	4,4
5.	0,49	5,74
6.	0,50	6,48
7.	0,51	6,64
8.	0,52	7,2
9.	0,53	7,74
10.	0,54	8,1

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

3. Hasil Pengujian Nilai Tahanan.

Pengujian : Nilai Tahanan

Benda uji : Adukan Beton Segar

Alat Uji : Multimeter

Tabel L3.12 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,45

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	14
2	15
3	15
4	16
5	15
Rata-rata	15

Tabel L3.13 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,46

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	16
2	15,5
3	16
4	15,5
5	15
Rata-rata	15,6

Tabel L3.14 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,47

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	15
2	16
3	16
4	16
5	16
Rata-rata	15,8

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

Tabel L3.15 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,48

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	17
2	15
3	16
4	16,5
5	17
Rata-rata	16,3

Tabel L3.16 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,49

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	17
2	16
3	16,5
4	16,5
5	17
Rata-rata	16,6

Tabel L3.17 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,50

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	16
2	16
3	18
4	18
5	17
Rata-rata	17

Tabel L3.18 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,51

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	18
2	18,5
3	16
4	16
5	18
Rata-rata	17,3

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

Tabel L3.19 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,52

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	19
2	18
3	18
4	18
5	17
Rata-rata	18

Tabel L3.20 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,53

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	17
2	17
3	16,5
4	18
5	18
Rata-rata	17,3

Tabel L3.21 Nilai Tahanan pada variasi f.a.s 0,54

Sampel	Nilai Tahanan (Ω)
1	18
2	18
3	19
4	18
5	16
Rata-rata	17,8

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

4. Hubungan f.a.s-nilai Tahanan

Tabel L3.22 Hubungan f.a.s-Nilai Tahanan

No.	f.a.s	Rata-rata nilai tahanan (cm)
1.	0,45	15
2.	0,46	15,6
3.	0,47	15,8
4.	0,48	16,3
5.	0,49	16,6
6.	0,50	17
7.	0,51	17,3
8.	0,52	18
9.	0,53	17,3
10.	0,54	17,8

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

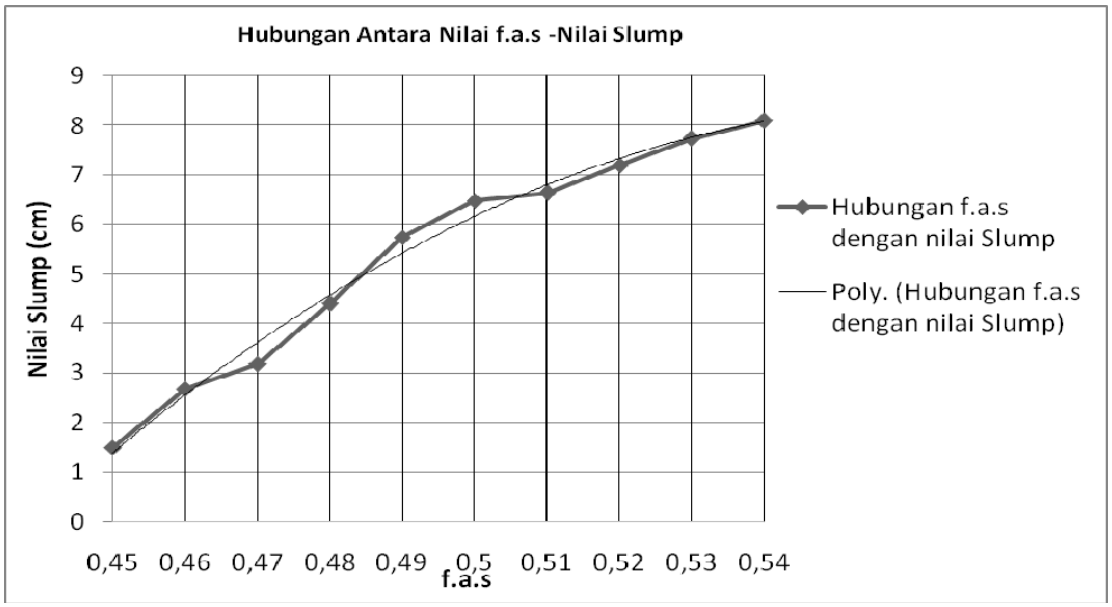
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

5. Hubungan antara nilai slump dengan nilai Tahanan

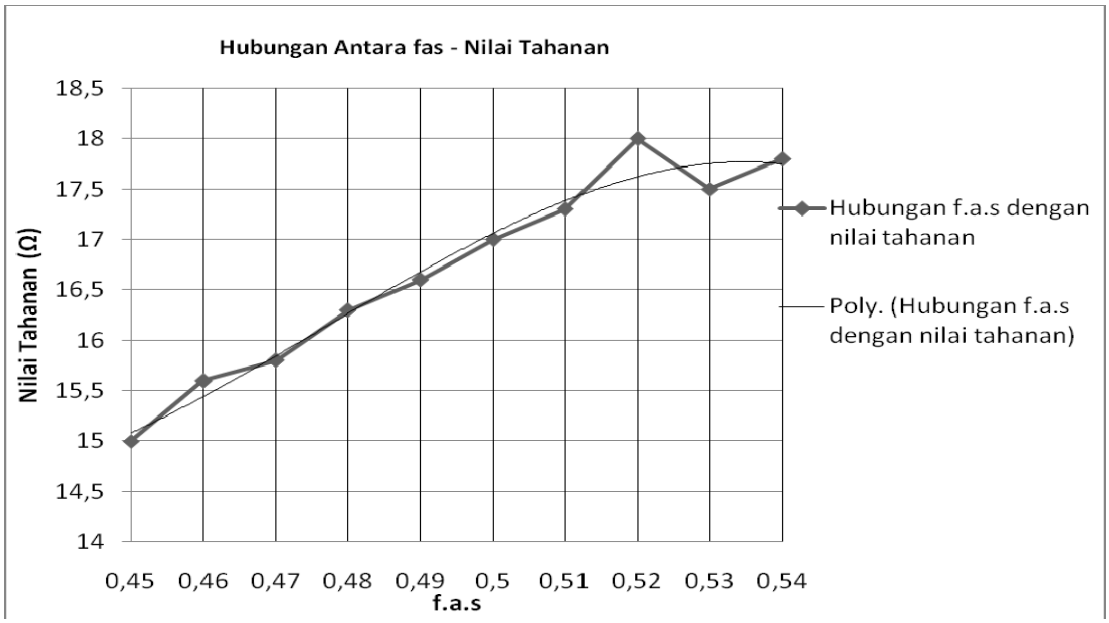
Tabel L3.23 Hubungan antara nilai slump dengan nilai tahanan.

No.	Rata-rata nilai slump (cm)	Rata-rata nilai tahanan (Ω)
1.	1,5	15
2.	2,68	15,6
3.	3,18	15,8
4.	4,4	16,3
5.	5,74	16,6
6.	6,48	17
7.	6,64	17,3
8.	7,2	18
9.	7,74	17,3
10.	8,1	17,8

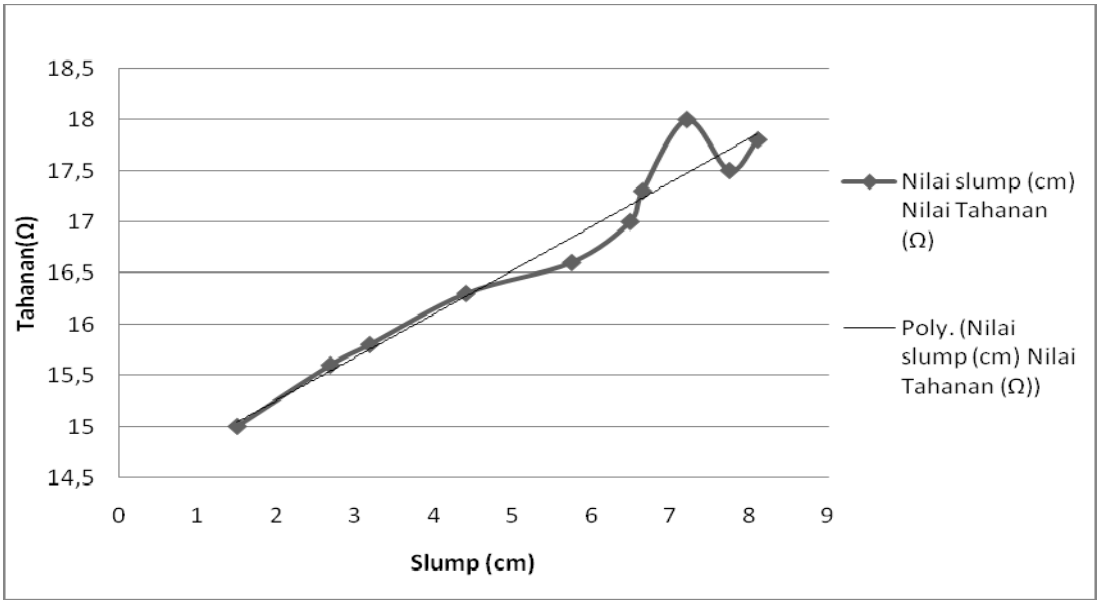
6. Grafik Hubungan Nilai f.a.s-Nilai Slump-Nilai Tahanan



Gambar L3.1 Grafik hubungan nilai fas-nilai slump



Gambar L3.2 Grafik hubungan nilai fas-nilai tahanan



Gambar L3.3 Grafik hubungan nilai Slump (cm)-nilai tahanan(Ω)

LAMPIRAN 4

Dokumentasi

DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENGUJIAN



Gambar a. Pembersihan Agregat Halus (Pasir)



Gambar b. Kalibrasi Multimeter



Gambar c. Proses Penggadukan Adukan Beton



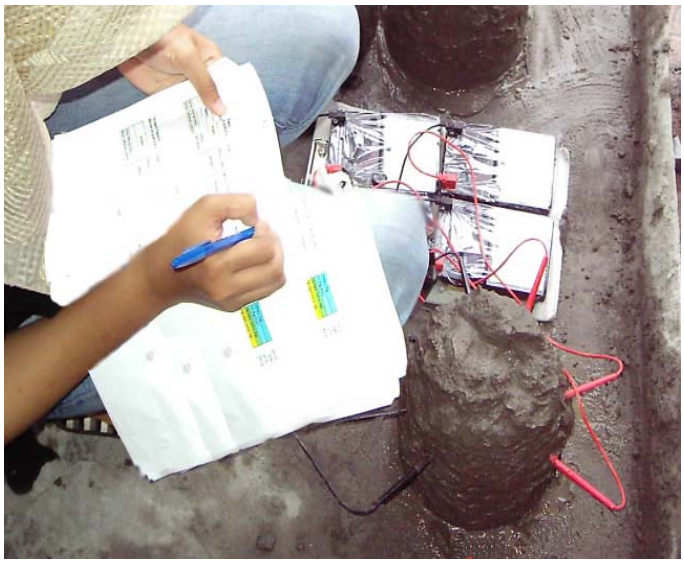
Gambar d. Proses Memasukkan Adukan Beton ke dalam kerucut abrams



Gambar e. Pengukuran Tinggi Nilai Slump



Gambar f. Pengukuran Nilai Tahanan Menggunakan Multimeter



Gambar g. Pencatatan Nilai Tahanan

LAMPIRAN 5

Tabel Resistivytes Agregat

Table 7.1 Resistivities of common geologic materials

Material	Nominal resistivity (Ω m)
Sulphides:	
Chalcopyrite	1.2×10^{-5}–3×10^{-1}
Pyrite	2.9×10^{-5}–1.5
Pyrrhotite	7.5×10^{-6}–5×10^{-2}
Galena	3×10^{-5}–3×10^{2}
Sphalerite	1.5×10^{7}
Oxides:	
Hematite	3.5×10^{-3}–10^{7}
Limonite	10^{3}–10^{7}
Magnetite	5×10^{-5}–5.7×10^{3}
Ilmenite	10^{-3}–5×10
Quartz	3×10^{2}–10^{6}
Rock salt	3×10–10^{13}
Anthracite	10^{-3}–2×10^{5}
Lignite	9–2×10^{2}
Granite	3×10^{2}– $\times 10^{6}$
Granite (weathered)	3×10–5×10^{2}
Syenite	10^{2}–10^{6}
Diorite	10^{4}–10^{5}
Gabbro	10^{3}–10^{6}
Basalt	10–1.3×10^{7}
Schists (calcareous and mica)	20–10^{4}
Schist (graphite)	10–10^{2}
Slates	6×10^{2}–4×10^{7}
Marble	10^{2}–2.5×10^{8}
Consolidated shales	20–2×10^{3}
Conglomerates	2×10^{3}–10^{4}
Sandstones	1–7.4×10^{8}
Limestones	5×10–10^{7}
Dolomite	3.5×10^{2}–5×10^{3}
Marls	3–7×10
Clays	1–10^{2}
Alluvium and sand	10–8×10^{2}
Moraine	10–5×10^{3}
Sherwood sandstone	100–400
Soil (40% clay)	8
Soil (20% clay)	33
Top soil	250 -1700
London clay	4–20
Lias clay	10–15
Boulder clay	15–35
Clay (very dry)	50–150
Mercia mudstone	20–60
Coal measures clay	50
Middle coal measures	>100
Chalk	50–150
Coke	0.2–8
Gravel (dry)	1400
Gravel (saturated)	100
Quaternary/Recent sands	50–100

LAMPIRAN 6

Kartu Peserta Tugas Akhir

الجامعة الإسلامية الإندونيسية
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : 323 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ IX /200 7 Jogjakarta, 9/4/2007
Lamp. :
H a l : **BIMBINGAN TUGAS AKHIR**
Periode Ke : 1 (Sep 2007 - Feb 2008)

Kepada:
Bapak/Ibu: **HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.**
di -
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Nama : TRI FITRIANA
No. Mhs. : 03511221

dapat diberikan petunjuk-petunjuk serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir dengan Dosen Pembimbing sebagai berikut:

Dosen Pembimbing I : **HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.**
Dosen Pembimbing II : **HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.**

Dengan mengambil Topik/ Judul :
Hubungan Nilai Hambatan Dan Nilai Slump Kerucut Abrams Pada Fas 045-055

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan
Ketua Prodi Teknik Sipil

Ir. H. Faisol AM, MS.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR *

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
TRI FITRIANA	03511221	TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 1 (Sep 2007 - Feb 2008)

No.	Kegiatan	BULAN KE: SEP	OKT	NOP	DES	JAN	FEB
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang-Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : **HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.**
Dosen Pembimbing II: **HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.**

JUDUL TUGAS AKHIR

Hubungan Nilai Hambatan Dan Nilai Slump Kerucut Abrams Pada Fas 045-055



Jogjakarta, 9/4/2007
an. Dekan

Ir. Ir. I. Faisol AM, MS.

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

KPITA diperpanjang sampai dengan tgl _____ bayar dulu.

Hartono
Kabag. Akademik

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
TRI FITRIANA	03511221	TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 4(Juni 08 - Nop.08)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang-Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : **HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.**
Dosen Pembimbing II: **HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.**

JUDUL TUGAS AKHIR

Hubungan Nilai Hambatan Dan Nilai Slump Kerucut Abrams Pada Fas 045-055



Jogjakarta, 5/28/2008
an. Dekan

Ir. H. Faisol AM, MS.

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :