

Hidayat_Sutanto_Kajian_pengaruh_penambahan_betonite.docx

Prodi Sipil Date: 2019-01-22 13:34 WIB

* All sources 100 | Internet sources 93 | Own documents 2 | Organization archive 3

- ✓ [1] <https://edoc.site/bahan-ajarteknologi-beton-pdf-free.html>
2.4% 78 matches
- ✓ [2] <https://www.slideshare.net/AdiSansakerta/bab-inewupdate24juni>
1.2% 64 matches
- ✓ [3] <https://id.123dok.com/document/eqo168jz-...t-tekan-beton-1.html>
2.1% 43 matches
- ✓ [4] <https://adiyana038.wordpress.com/2016/02/07/laporan-praktikum-teknologi-bahan/>
0.8% 58 matches
- ✓ [5] <https://anzdoc.com/duan-felany-nim-i.html>
1.0% 48 matches
- ✓ [6] <https://vdocuments.site/unlock-a13.html>
0.8% 50 matches
- ✓ [7] <https://mafiadoc.com/tata-cara-pembuatan...723ddece3a6eacb.html>
0.8% 38 matches
- ✓ [8] <https://text-id.123dok.com/document/9ynn...at-lentur-beton.html>
0.8% 41 matches
- ✓ [9] <https://anzdoc.com/sni-sni-standar-nasional-indonesia151658735263159.html>
0.7% 37 matches
- ✓ [10] <https://imsippoliban.files.wordpress.com/2016/03/sni-03-2834-1993.pdf>
1.0% 43 matches
⊕ 1 documents with identical matches
- ✓ [12] <https://edoc.site/perancangan-campuran-beton-berdasarkan-metode-sni-pdf-free.html>
1.1% 45 matches
- ✓ [13] <https://vdocuments.site/teknologi-beton-56ad592e9b78e.html>
1.1% 35 matches
- ✓ [14] <https://www.slideshare.net/frans1982/sni-0328342000>
0.7% 37 matches
- ✓ [15] <https://edoc.site/laporan-pengujian-bahan-1-politeknik-negeri-kupang-pdf-free.html>
0.9% 40 matches
- ✓ [16] <https://vdocuments.mx/buku-ajar-konstruksi-beton-ipdf.html>
0.2% 40 matches
- ✓ [17] <https://vdocuments.mx/rks55cf8673550346484b97b946.html>
1.4% 31 matches
- ✓ [18] <https://edoc.site/laporan-praktikum-beton-pdf-free.html>
1.0% 37 matches
- ✓ [19] <https://vdocuments.site/divisi-7-2010doc.html>
1.3% 30 matches
- ✓ [20] <https://id.123dok.com/document/7q050n3y-...embuatan-mortar.html>
1.3% 34 matches
- ✓ [21] <https://doctiktak.com/laporan-praktikum-struktur-beton-kelompok-viii.html>
0.4% 37 matches

✓	[22]	https://text-id.123dok.com/document/ozlg...emen-pada-beton.html 0.2% 31 matches
✓	[23]	https://de.slideshare.net/MyNameRatnaPusparini/bab-1-sd-4-kel-2-tbk2-edit 0.2% 31 matches
✓	[24]	manjara.blogspot.com/2011/07/analisa-kuat-tekan-beton-menggunakan.html 0.9% 27 matches
✓	[25]	https://edoc.site/sifat-fisik-dan-mekanik-mortar-polimer-pdf-free.html 0.7% 37 matches
✓	[26]	https://edoc.site/91struktu-beton-bertulang-istimawandocx-pdf-free.html 0.9% 18 matches
✓	[27]	https://helmyabe.files.wordpress.com/2011/05/bab-3.pdf 0.4% 25 matches
✓	[28]	https://www.researchgate.net/publication...PT_VARIA_USAHA_BETON 0.8% 31 matches
✓	[29]	https://edoc.site/campuran-beton-k500-pdf-free.html 1.1% 23 matches
✓	[30]	https://vdocuments.site/spesifikasi-umum-jalan2015.html 1.1% 26 matches
✓	[31]	https://vdocuments.site/lab-1-55b07d26d7caf.html 0.3% 24 matches
✓	[32]	perwandi.blogspot.com/2011/01/perancangan-campuran-beton.html 0.5% 33 matches
✓	[33]	https://text-id.123dok.com/document/7q05...embuatan-mortar.html 0.7% 22 matches
✓	[34]	https://fr.slideshare.net/fadlyparenrengi/buku-beton 0.6% 25 matches
✓	[35]	unitedgank007.blogspot.com/2016/01/pengenalan-beton.html 0.5% 13 matches
✓	[36]	https://vdocuments.site/mix-design-559bf591a9779.html 0.1% 24 matches
✓	[37]	yusron-go.blogspot.com/2012/07/perencanaan-campuran-beton.html 0.1% 18 matches
✓	[38]	https://vdocuments.mx/bab-1-sd-4-kel-2-tbk2-edit.html 0.2% 23 matches
✓	[39]	https://text-id.123dok.com/document/7q07...at-resin-epoksi.html 1.0% 13 matches
✓	[40]	eprints.umm.ac.id/36915/3/jiptumpp-gdl-pangestuba-51397-3-babii.pdf 1.2% 10 matches
✓	[41]	repository.upi.edu/17469/4/S_TB_1006313_Chapter3.pdf 0.0% 22 matches
✓	[42]	misterirham.blogspot.com/2015/04/mix-design-beton.html 0.4% 25 matches
✓	[43]	staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pend...-mix-designemail.pdf 0.9% 22 matches
✓	[44]	https://www.researchgate.net/publication...PADATAN_ADUKAN_BETON 0.4% 19 matches

✓	[45]	https://id.123dok.com/document/9ynee3ly-...n-dan-sika-fume.html 0.6% 19 matches
✓	[46]	abutbekake.blogspot.com/2011/06/beton-k250.html 0.4% 19 matches
✓	[47]	https://anzdoc.com/pengaruh-pemanfaatan-abu-terbang-fly-ash-dalam-beton-mutu-ti.html 0.3% 17 matches
✓	[48]	https://koleksitugasku.blogspot.com/2017/10/laporan-pengujian-bahan.html 0.2% 14 matches
✓	[49]	rizaldyberbagidata.blogspot.com/2012/06/pemeriksaan-kuat-tekan-beton.html 0.0% 15 matches ⊕ 1 documents with identical matches
✓	[51]	pengeathuan10.blogspot.com/2016/01/contoh-laporan-laboratorium-uji-bahan.html 0.1% 13 matches
✓	[52]	https://www.slideshare.net/SahnoHilhami1/isi-ppjr 0.6% 19 matches ⊕ 1 documents with identical matches
✓	[54]	https://jurnal.unikom.ac.id/_s/data/jurn...05-miu-102-donie.pdf 0.8% 8 matches
✓	[55]	blogspotgreencool.blogspot.com/2014/01/laporan-beton.html 0.4% 23 matches
✓	[56]	fourshare.blogspot.com/ 0.1% 9 matches
✓	[57]	rotalova.blogspot.com/ 0.3% 9 matches
✓	[58]	https://docplayer.info/38870214-Perilaku...ah-plastik-hdpe.html 0.3% 14 matches
✓	[59]	https://vdocuments.mx/modul-hammer-test-dan-ultrasonic-pulse-velocity.html 0.3% 13 matches
✓	[60]	staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-03-3449-2002.pdf 0.8% 13 matches
✓	[61]	https://docplayer.info/107638953-Bab-ii-...ma-dalam-setiap.html 0.7% 6 matches
✓	[62]	https://text-id.123dok.com/document/lzgr...-fas-slump-test.html 0.3% 9 matches
✓	[63]	kornelisbenu.blogspot.com/2012/01/karya-ilmiah.html 0.7% 7 matches
✓	[64]	https://vdocuments.site/inovasi-beton-scc-dengan-limbah-asbes.html 0.1% 11 matches
✓	[65]	yogie-civil.blogspot.com/2010/07/air-dalam-pembuatan-beton-normal-0.html 0.3% 7 matches
✓	[66]	kampus-sipil.blogspot.com/2013/01/syarat-perancangan-beton-sni.html 0.5% 10 matches
✓	[67]	merancangrumahminimalis.blogspot.com/2013/01/syarat-perancangan-beton-sni.html 0.5% 9 matches
✓	[68]	https://www.slideshare.net/noussevarena/teknik-sipil-perancangan-beton-sni 0.1% 14 matches
---		e-iurnal.ukrimuniversitv.ac.id/file/21205.pdf

✓	[69]	 jurnal...beton...ot; dated 2018-11-23 0.1% 10 matches
✓	[70]	 https://anzdoc.com/bab-2-landasan-teori151743301157253.html 0.7% 5 matches
✓	[71]	 https://civilresearch.blogspot.com/2009/ 0.6% 4 matches
✓	[72]	 seputarbeton.blogspot.com/2013/08/ 0.4% 13 matches
✓	[73]	 https://docplayer.info/202807-Pengaruh-p...rah-serat-beton.html 0.2% 12 matches
✓	[74]	 https://unmuratekniksipil.wordpress.com/...puran-pembuat-beton/ 0.5% 8 matches
✓	[75]	 https://civilresearch.blogspot.com/2009/12/ 0.6% 3 matches
✓	[76]	 https://sasaqgagah14.wordpress.com/category/artikel/ 0.3% 8 matches
✓	[77]	 https://www.researchgate.net/publication...DALAM_CAMPURAN_BETON 0.2% 12 matches
✓	[78]	 https://edoc.site/07-contoh-1-mix-design-beton-pdf-free.html 0.3% 13 matches
✓	[79]	 kumulanmakalah.blogspot.com/2016/03/makalah-teknik-beton-sebagai-teknologi.html 0.5% 12 matches
✓	[80]	 rekayasasipil.ub.ac.id/index.php/rs/article/download/125/126 0.7% 4 matches
✓	[82]	 em-ridho.blogspot.com/2012/01/laporan-praktikum-penyerapan-berat.html 0.5% 12 matches
✓	[83]	 "RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAM...ot; dated 2018-11-23 0.2% 12 matches
✓	[84]	 https://pt.scribd.com/document/136402834/SNI-Tata-Cara-Rencana-Campuran-Beton-Normal 0.1% 7 matches
✓	[85]	 manggengblog.blogspot.com/2013/04/bab-i-pendahuluan-dalamsuatu-kontruksi.html 0.3% 14 matches
✓	[86]	 jurnal.pnl.ac.id/wp-content/plugins/Flut...etonBertulangdgn.pdf 0.1% 4 matches
✓	[87]	 https://www.slideshare.net/NoviaSumanti/329571577-rppbatubetonkeramikgentingi 0.1% 11 matches
✓	[88]	 https://www.gurusipil.com/karakteristik-dan-sifat-mekanis-beton/ 0.3% 3 matches
✓	[89]	 adycivil.blogspot.com/2013/03/laporan-teknologi-bahan-bangunan.html 0.1% 11 matches
✓	[90]	 "Sitinjak_Krismanto_ANALISA_PENGARU...ot; dated 2018-08-24 0.1% 12 matches
✓	[91]	 www.iaeme.com/MasterAdmin/uploadfolder/IJCIET_09_09_067/IJCIET_09_09_067.pdf 0.3% 7 matches
✓	[92]	 https://www.slideshare.net/madaraafif/laporan-pratikum-beton-dan-mix-design 0.1% 11 matches
		 https://jurnalsmartek.files.wordpress.co...edit-nah_2006-ok.pdf

✓	[93]	 https://jurnalstamater.ines.wordpress.co...eait-peb_2000-0k.pdf 0.1% 11 matches
✓	[94]	 "PSmarkup_UNTAGBWI5_Jurnal_spectra_...ot; dated 2018-10-19 0.2% 9 matches ⊕ 1 documents with identical matches
✓	[96]	 "PSmarkup_UNTAGBWI2_jurnal_pak_heri_Des.2011.pdf" dated 2018-10-19 0.2% 9 matches ⊕ 1 documents with identical matches
✓	[98]	 https://vdocuments.site/spesifikasi-teknis-spam-penet.html 0.2% 11 matches
✓	[99]	 "Renanda_Ignafyus_Adhitya_KELAYAKAN...ot; dated 2018-08-31 0.0% 12 matches
✓	[100]	 em-ridho.blogspot.com/2012/01/laporan-praktikum-pengujian-berat-jenis.html 0.5% 9 matches
✓	[101]	 https://blogdenahrumah.blogspot.com/2017/08/tata-cara-pembuatan-rencana-campuran.html 0.3% 8 matches
✓	[102]	 https://memberfiles.freewebs.com/40/81/8...,SPLIT,MIX,SEGAR.doc 0.2% 7 matches
✓	[103]	 https://widyasramateknik.wordpress.com/2...engujian-mutu-beton/ 0.1% 9 matches
✓	[104]	 repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/18709/Chapter II.pdf;sequence=4 0.2% 2 matches

Submission information

Last name: *hidayat*

First name: *Sutanto*

Paper title: *kajian pengaruh penambahan betonite*

File: *DRAF MONOGRAF kajian fak.docx*

56 pages, 8849 words

PlagLevel: 9.4% selected / 36.7% overall

346 matches from 105 sources, of which 97 are online sources.

Settings

Data policy: *Compare with web sources, Check against my documents in the organization repository, Check against organization repository, Check against the Plagiarism Prevention Pool*

Sensitivity: *High*

Bibliography: *Consider text*

Citation detection: *Reduce PlagLevel*

Whitelist: *--*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi saat ini merupakan suatu buah pikiran dari karya manusia.^[25] Hal ini terlihat dari perubahan fisik pada lingkungan sekitar kita, khususnya perkembangan teknologi bahan bangunan khususnya perkembangan teknologi beton.^[32] Dimana pada pemerhati/peneliti berusaha untuk memecahkan permasalahan beton memenuhi syarat konstruksi dan mempunyai mutu tinggi.

^[5] Sebagaimana diketahui bahwa keuntungan konstruksi beton dibandingkan dengan material lainnya yaitu kemudahan beton untuk dibentuk/dicetak pada lokasi pekerjaan dan sesuai dengan rencana yang dikehendaki.

^[1] Salah satu syarat untuk pengujian beton yaitu pengujian kuat tekan beton.^[59] Dimana interval waktu antara pengujian/pemeriksaan dengan pelaksanaan dilapangan kemungkinan terdapat perbedaan waktu yang tidak terlalu lama disamping jumlah benda uji yang harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan yaitu 30 buah silindri/kubus beton.

Pada kenyataannya penaujian kekuatan beton dilakukan pada benda uji yang mencapai umur 28 hari, karena alasan tersebut diatas, maka bisa jadi pengujian tidak dilakukan pada umur 28 hari, bisa 3, 7, 14. atau 21 hari.^[59] hal ini bisa saja dilak-ukan tetapi dengan memperhatikan faktor angka konversi (SK-SNI M-14-1989-F).

^[5] Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka pada penelitian ini dilakukan kajian pengujian angka konversi kuat tekan beton berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03 untuk beton normal dengan sistem perawatan moist curing.

1.2 Tujuan dan Kontribusi Penelitian

- a. Mengkaji seberapa jauh pengaruh variasi umur terhadap nilai konversi yang sebenarnya terhadap kuat tekan yang dihasilkan.
- b. Membandingkan nilai konversi umur kuat tekan beton yang didapat dari hasil penelitian dengan nilai konversi yang telah ditetapkan dalam buku Pedoman Beton 1989 (SK SN1 T 15 1991-03).

Sedangkan kontribusi yang dapat diharapkan dari hasil penelitian ini adalah untuk membantu dan memberikan informasi kepada praktisi lapangan dan masyarakat luas.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini lingkup pembatasannya kami batasi sebagai berikut:

1. Benda Uji

- a) Silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm
- b) Silinder diameter 10 cm, tinggi 20 cm
- c) Kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm

2. Material

a) Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini pada dasarnya adalah air yang memenuhi syarat-syarat air minum dapat dipakai sebagai bahan campuran beton. Dalam penelitian ini menggunakan air produksi PDAM yang telah memenuhi syarat SK SNI T 15 1991-03 tentang spesifikasi air sebagai bahan bangunan.

b) Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tipe I produksi PT SEMEN GRESIK. Data mengenai sifat fisik dan kimia dari semen ini diambil dari brosur, dimana data tersebut memenuhi ASTM C-150 tentang Specification For Portland Cement. SII 0013-1981 tentang Mutu dan Cara Uji

Sement Portland dan SK SNI T 15 1991-03 tentang Syarat Mutu Sement Portland.

3. Macam Pengujian

Dalam hal ini dilakukan test Kuat Tekan dengan menggunakan mesin di Laboratorium Teknik ITN Malang. Pengujian dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari untuk semua macam benda.

1.4 Hipotesis Penelitian

Pada permasalahan ini hipotesis yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut:

- 1) Hipotesa nihil (H_0) Nilai konversi umur kuat tekan yang telah ditetapkan dalam SK SNI T 15 1991-03 untuk beton normal sama dengan hasil yang didapat dari penelitian.
- 2) Hipotesa Alternatif (H_a) : Nilai konversi umur kuat tekan yang didapat dalam penelitian tidak sesuai dengan ketentuan pada SK SNI T 15 1991-03, sehingga menghasilkan suatu nilai konversi umur yang baru.

Hipotesa Statistik :

- a. $H_a : \mu_{tk3} \neq \mu_{tk7} \neq \mu_{tk14} \neq \mu_{tk21} \neq \mu_{tk28}$
 - b. $H_a : \mu_{tkcb3} \neq \mu_{tkcb7} \neq \mu_{tkcb14} \neq \mu_{tkcb21} \neq \mu_{tkcb28}$
 - c. $H_a : \mu_{tkck3} \neq \mu_{tkck7} \neq \mu_{tkck14} \neq \mu_{tkck21} \neq \mu_{tkck28}$
 - d. $H_a : \mu_{tbc3} \neq \mu_{tbc7} \neq \mu_{tbc14} \neq \mu_{tbc21} \neq \mu_{tbc28}$
 - e. $H_a : \mu_{tbc3} \neq \mu_{tbc7} \neq \mu_{tbc14} \neq \mu_{tbc21} \neq \mu_{tbc28}$
- keterangan :

μ = Nilai konversi umur

ck = Benda uji silinder kecil Ø 10 x 20 cm

tk = Kuat tekan beton

cb = Benda uji silinder besar Ø 15 x 30 cm

tb = Kuat tarik beah beton

k = Benda uji kubus 15x15x 15cm

3, 7, 14, 21, 28 = Umur beton

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1. Pengertian Beton

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah, batu atau bahan sejenis lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan berlangsung.

^[24] Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. ^[40] Nilai kekuatan serta daya tahan (durability) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya.

2.2. Bahan-bahan Campuran Beton

2.2.1. Semen Portland

Semen Portland ialah semen hidrotis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari kalsium yang bersifat hidroliis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982).

^[61] Dengan jenis semen tersebut diperiukan air guna berlangsungnya reaksi kimiawai pada proses hidrasi. ^[61] Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk massa padat. Susunan unsur semen adalah kapur CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) besi. ^[40] (Fe_2O_3), Magnesia (MgO), sulfur (SO_3), dan bahan lain dalam jumlah kecil.

2.2.2. Agregat Halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara saringan ukuran No. 4 dan No. 100 standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung

partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100, bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

2.2.3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya.^[35] Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton.^[35] Air yang mengandung senyawa — senyawa berbahaya yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen.

^[80] Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai sehingga beton menjadi porous dan kekuatan beton akan rendah, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai, sebagai akibatnya beton yang dihasilkan akan kurang kekuatannya.

Dalam pemakaian air untuk beton, sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut

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

2.2.4. Agregat Kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya 5 mm sampai 30 mm (Sumber : ^[16] Pedoman Pengerjaan Beton, seri beton 2, Gideon Kusuma, hal 149)

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton dan daya tahannya terhadap cuaca, dan efek-efek perusak lainnya.^[5] Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen.^[35]

Jenis agregat kasar yang umum adalah batu pecah alami, kerikil alami, agregat kasar buatan, agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat.

2.3. Proses Pembuatan Beton

Pada pelaksanaan pembetonan semua material serta peralatan penunjang harus berada di lokasi, yaitu meliputi :

2.4.1. Pengadaan Bahan

a. Agregat

Agregat halus maupun kasar harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.^[30] Lokasi penimbunan agregat harus sedekat mungkin dengan tempat pengadukan, ditimbun di tempat pekerjaan sedemikian rupa sehingga pencemaran oleh bahan-bahan lain dan pencampuran bahan satu sama lain tidak terjadi.^[30] Agregat kasar dan halus ditimbun secara terpisah sesuai ukuran butir masing-masing.

b. Semen

Lokasi penyimpanan semen harus sedekat mungkin dengan tempat pengadukan, semen harus disimpan di ruangan yang kering dan tertutup rapat.^[17] Penumpukan semen minimum dengan jarak setinggi 0,5 meter dari lantai ruangan, tidak menempel pada dinding ruangan dan maksimum 10 zak.

c. Air^[1]

Tempat penyimpanan air untuk campuran beton harus sedekat mungkin dengan tempat pengadukan.^[1] Air yang digunakan untuk campuran beton harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.^[5] Agar air memenuhi persyaratan yang diijinkan maka air diperiksa pada Lembaga Pemeriksaan Bahan-bahan yang diakui.^[17] Bila hal tersebut diatas tidak dapat dilaksanakan dapat ditempuh cara-cara sebagai berikut :

- ^[30] - menggunakan air dari sumber air minum PDAM)

- mengadakan percobaan perbandingan kuat tekan mortar semen+pasir) antara air setempat dengan air suling.^[19] Air setempat dapat digunakan bila hasil kuat tekan mortar umur 28 hari, minimum 95% dari kuat tekan mortar dengan air suling.

2.4.2. Pengadaan Alat

Peralatan yang digunakan:

- Alat pencampur mekanis/molen
- Alat pengendalian mutu, antara lain : slump cone
- Alat penunjang : takaran, gelas ukur, sekop, cangkul, cetakan.

2.4.3. Pelaksanaan Pembetonan

- Penakaran, Penakaran bahan beton berdasarkan berat memerlukan ketelitian penimbangan sesuai spesifikasi: semen, agregat, air, serta pemeriksaan periodik ketepatan timbangan / kalibrasi.
- ^[1] Pengadukan, Pengadukan harus dilakukan dengan alat pengaduk mekanis (molen) Selama pengadukan berlangsung kekentalan adukan beton harus diawasi terus menerus oleh tenaga pengawas yang ahli dengan jalan memeriksa slump setiap campuran beton yang baru.
- Penuangan dan Pengecoran, Penuangan dan Pengecoran perlu mendapat perhatian sebab kesalahan penuangan akan menimbulkan pemisahan agregat kasar terhadap yang halus (segretion), sehingga homogenitas beton berkurang. Selain penuangan dan pengecoran, pemadatan juga mempunyai pengaruh terhadap mutu beton. Tujuan pemadatan atau penggetaran adalah untuk menghilangkan rongga atau ruang udara dari dalam spesi beton hingga kepadatan beton tercapai, sehingga beton yang dihasilkan mempunyai kekuatan yang tinggi, shrinkage rendah dan menambah kekedapan air.

Proses pencetakan benda uji dilakukan sebagai berikut :

^[17]▶ Cetakan ditempatkan di atas permukaan yang datar dan keras, bebas dari getaran. Beton diisi secara berlapis tergantung dari metode pemadatan yang digunakan. Bila penurunan slump lebih dari 75 mm beton dikuatkan dengan cara dirojok dan bila penurunan slump kurang dari 25 mm, beton dikuatkan melalui getaran.^[17]▶ Pada slump antara 25-75 mm benda uji bisa dikuatkan dengan salah satu metode tersebut.^[17]▶ Alasan mengenai pemilihan metode tersebut adalah bahwa silinder yang kurang pemadatannya akan memiliki kekuatan yang lebih rendah, Bila benda uji dirojok sebaiknya diisi dengan 3 lapisan. Tiap lapisan diberi 25 kali rojokan, dengan perojok terbuat dari tongkat baja dengan pangkal dan ujung bundar. Untuk lapisan yang ditempatkan lebih di atas sebaiknya dirojok lebih kurang 25 mm dari lempengan di bawahnya. Sesudah pemadatan dilakukan permukaan atas diselesaikan melalui perataan dengan menggunakan cetok.

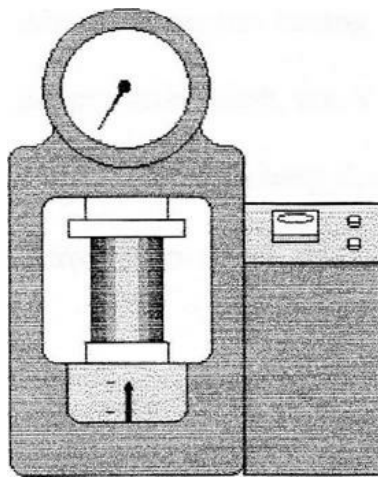
2.4. Pengujian Beton

2.4.1. Pengujian Kuat Tekan

Sebelum benda uji memasuki tahap pengujian, salah satu persyaratan utamanya adalah permukaan silinder dan kubus harus dalam keadaan rata karena permukaan yang tidak rata atau segaris, mengakibatkan kekuatan beton yang ditampilkan akan berkurang. Cara untuk meratakan adalah dengan menggosoknya, ini akan memuaskan akan tetapi memakan biaya dan butuh waktu. Suatu cara yang digunakan secara umum adalah dengan menutup ujung silinder dan balok dengan bahan yang cocok. Ada 2 bahan yang dapat digunakan.^[85]▶ Sebuah lapisan tipis yang terbuat dari campuran semen yang pekat yang menjadikannya kaku atau keras dan bahan mortar yang mengandung belerang.

Setelah benda uji ditutup ujungnya pengujian bisa dilakukan melalui mesin uji yang tepat.^[85]▶ Dua blok pelat yang terbuat dari

baja penahan, sebuah blok padat yang kuat digunakan sebagai alas model yang ditempatkan di atasnya dan sebuah lagi berupa lempengan berbentuk lingkaran sebagai penahan bagian atas.. Karena kekuatan tergantung pada perbandingan muatan, maka model diberi beban dengan perbandingan yang terkontrol antara 0,15 hingga 0,34 Mpa/detik yang berlaku untuk mesin hidrolis atau pada perbandingan kecepatan defornnasi 1,3 mm yang berlaku untuk mesin mekanis, hingga beban jatuh yang berarti bahwa hingga batas maksimum muatan benda uji dapat dipikul. Beban maksimal dan jenis kehancuran dicatat.



Gambar 2.1^[20] Mesin Uji Kuat Tekan

2.4.2. Pengujian Elastisitas

Seperti yang kita ketahui kurva tegangan regangan pada beton tidak linier. Namun untuk menghitung kekuatan dan lendutan yang diharapkan dari struktur, perlu kiranya memperkirakan modulus elastisitas Benda uji dengan strain gauge yang dilekatkan pertamanya dibebani lalu beban dilepas, tujuannya supaya strain gauge postsinya baik, lalu dibebani tekanan secara perlahan-lahan dan lengkung tegangan regangan didapat.

2.4.3. Pengujian Porositas

Untuk pengujian penyerapan air dipakai lima benda uji. Benda uji tersebut direndam dalam keadaan bersih suhu ruangan selama 24 jam. Kemudian benda uji diangkat dan air sisa dibiarkan meniris kurang lebih 1 jam kemudian benda uji diseka permukaannya dengan kain basah, untuk menyeka kelebihan air yang masih tertinggal. Benda uji kemudian ditimbang dan dikeringkan di dalam dapur pengering.^[25] Pemeriksaan penyerapan dapat dilakukan setelah benda uji berumur sedikitnya 28 hari.

2.5. Penelitian Terdahulu

Untuk membuktikan nilai konversi yang tertera pada SK.SNIT-15-1991-03 telah dilakukan penelitian/pengujian di Laboratorium Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia dengan menggunakan bahan yang diambil dari Batching Pian milik Adhi Mix. Pengujian dilakukan dengan berbagai macam benda uji dari berbagai umur beton untuk beton mutu sedang ($f_c' = 30 \text{ Mpa}$). Dari hasil pengujian didapat nilai konversi kuat tekan beton lebih kecil dibandingkan dengan yang terdapat pada SK SN1 T-1 5 1991-03.^[71] Hal ini dapat dilihat seperti tabel berikut:

Tabel 2. 1 Perbandingan Nilai Konversi

Umur Beton	Nilai Konversi Hasil Penelitian	Nilai Konversi pada SK SN1 T-15 1991-03
3 hari	0.42	0.46 ^[85]
7 hari	0.65	0.70 ^[85]
14 hari	0.85	0.88
21 hari	0.95	0.96 ^[21]
28 hari	1.00	1.00

Sumber: Journal of Technology ISSN: 0215-1685 Edisi No,1 Tahun X1 1997^[39]

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian

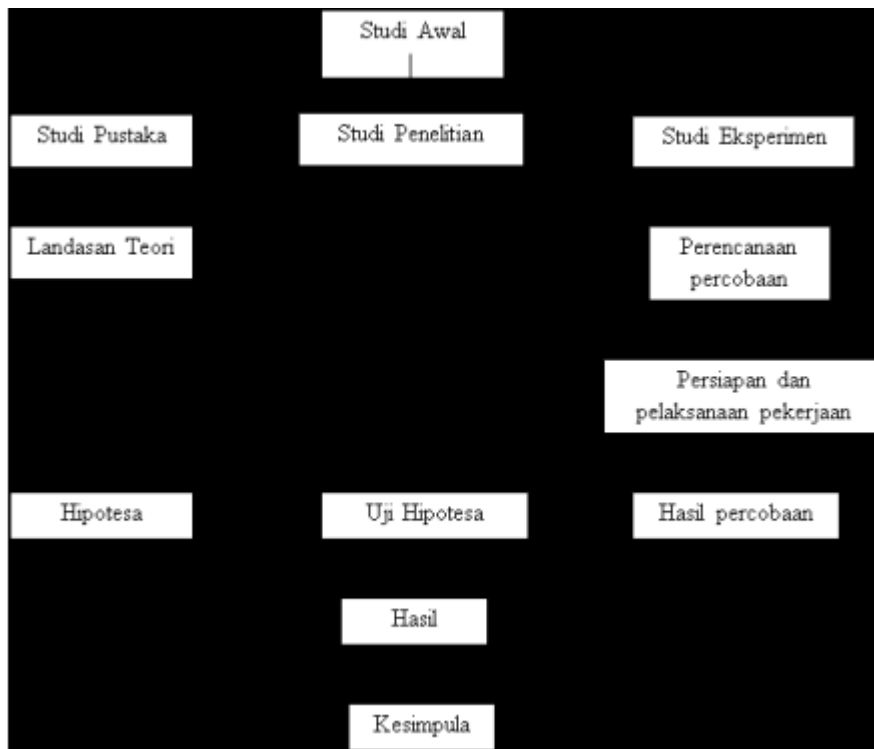
Penelitian dilakukan di laboratorium pengujian bahan Jurusan Teknik ITN Malang dengan kurun waktu bulan Maret s.d Oktober 1999.

3.2. Metode Penelitian

- a. Studi Pustaka, bertujuan untuk mengkaji hubungan antara variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian.
- b. Studi Eksperimen, dilakukan dilaboratorium untuk mendapatkan data-data yang diperlukan. Data tersebut dianalisa secara statistik untuk menguji hipotesis sehingga didapat kesimpulan akhir

Bagan Alir langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

[99] ►



Gambar 3.^[20] Mesin Uji Kuat Tekan

3.3. Populasi dan Sampel

Populasi adalah seluruh obyek yang akan diteliti.^[24] Pada penelitian ini, benda uji secara keseluruhan dapat disebut populasi. Benda uji yang mewakili sebagian dari anggota populasi disebut sampel.

^[26] Untuk mendapatkan nilai konversi seperti yang tertera pada Tata Cara Perancangan dan Pelaksanaan Konstruksi Beton 1989 (SK SNI T 15 1991-03) ditentukan jumlah sampel (benda uji) sebagai berikut :

[1]

➤ Benda uji kubus 150 x 150 mm²

Umur	3	7	14	21	28
Jumlah	20	20	20	20	20

➤ Benda uji silinder diameter 150mm, tinggi 300mm

Umur	3	7	14	21	28
Jumlah	25	25	25	25	25

➤ Benda uji silinder diameter 100mm, tinggi 200mm

Umur	3	7	14	21	28
Jumlah	25	25	25	25	25

Benda uji tersebut diatas dibuat untuk satu kekuatan tekan beton dimana kuat tekan beton yang digunakan sebagai pedoman adalah kuat tekan beton umur 28 hari benda uji silinder 15/30. Untuk uji tarik lentur digunakan 10 buah sampel.

3.4.^[8] Instrumen Peneitian

Peralatan digunakan penelitian ini adalah

- 1.^[1 3] Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Mistar perata.
3. Sekop,
4. Seperan at saringan.
- 5.^[4] Oven dengan suhu 11°C.
- 6.^[2 2] Gelas ukur 100 ml.
7. Molen dengan kapasitas 0,05 m³.

8. Pienorneter 200 ml.
9. Talam logam.
10. Peralatan slump.
- 11.^[18] Cetakan uji kubus 1.50 x 150 mm²
- 12.^[1] Cetakan uji silinder diameter 150 mm, tingth 300 mm
- 13.^[8] Cetakan uji silinder diameter 100 mm, tinggi 200 mm.
14. Mesin uji tekan dengan kapasitas 2000 KN.
15. Mesin uji lentur.
16. Sikat baja halus.
17. Bak perendam Moist Curing.
18. Dan alat-alat pendukung lainnya.
19. Alat capping

3.5.^[2 5] Bahan-bahan yang digunakan

Baban-bahan vang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a) Semen : Produksi dari PT. Semen Gresik (Persero) Type I.^[19]
- b) Agregat halus : Pasir dari sungai Lesti.^[17]
- c) Agregat kasar : Kerikil yang diambil dari Sungai Brantas,^[17]
- d) Air : PDAM Kotamadya Malang,

3.6.^[9 9] Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulana^[26] data dilakukan dengan membuat benda uji kubus dengan ukuran 150 x 150 x 150 mm dan masing-masing sebanyak 20 buah dari masingmasing umur.^[8] Kemudian membuat benda uji silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm dan diameter 100 mm, tinggi 200 mm juga dibuat masing-masing 25 buah dari masing-masing umur.^[8] Setelah selesai pembuatan benda uji tersebut, dilanjutkan dengan pengujian terhadap kuat tekan, kuat tarik lentur dan kuat tarik belah, porositas dan modulus elastisitas dari masing-masing umur.^[44] 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

3.7. Teknik Analisis Data

a) Untuk menghitung kekuatan tekan beton didasarkan pada rumus :

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

Dimana: $f'c$ = Tegangan hancur (Mpa)

P = Tekanan hancur (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

➤ Rata rata tegangan hancur (f'_{cm})

$$f'_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^N f'_c}{n}$$

➤ Standart deviasi (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f'_c - f'_{cm})^2}{(n-1)}}$$

(Sumber: Mix desain Beton Normal, aman Subakti, hal 13)

➤ Target kuat tekan: $f'_{cr} = f'c + 1,64s$

(Sumber: ^[2] Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, hal 6)

b) Untuk menghitung modulus elastisitas:

$$E = \frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

(Sumber: Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Gideon Kusuma, Hal 3)

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L}$$

(Sumber: ^[1] Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Gideon Kusuma, Hal 2)

c) Menghitung Porositas Beton

besarnya prosentase air void dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{prosentase AirVoid} = \frac{W_{ssd} - W_o}{V \times G_s} \times 100\%$$

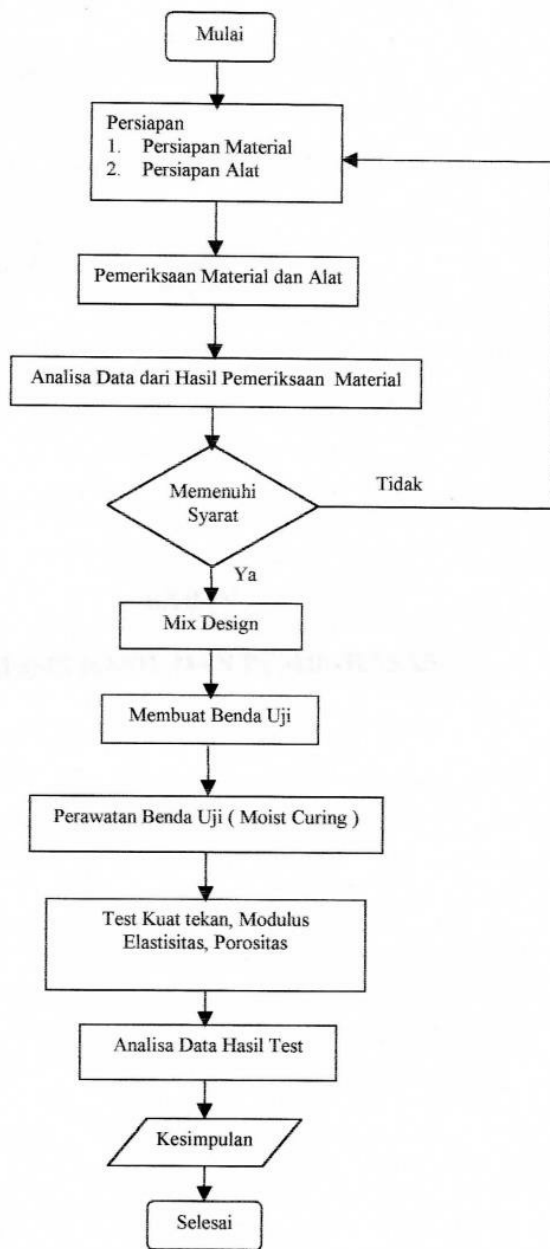
Dimana:

W_{ssd} = Berat benda uji dalam keadaan kering setelah direndam
(kg)

W_o = Berat benda uji setelah dioven (kg)

V = Volume benda uji (m³)

G_s = Berat jenis air rendaman (kg/m³)



Gambar 3.2 ^[20] Mesin Uji Kuat Tekan

BAB IV

ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.^[1] Pengujian Bahan

Sebagian besar volume beton terdiri dari agregat, baik agregat halus maupun agregat kasar.^[1] Sifat dan jenis agregat sangat mempengaruhi mutu beton antara lain sifat pengerjaannya, kekuatan, keawetan, dan keekonomisannya.^[1] Oleh karena itu sebelum digunakan, agregat harus diuji.^[1] Untuk semen dan air tidak dilakukan pengujian dalam hal mutu, karena semen yang digunakan sudah memenuhi Standart Industri Indonesia dan air yang digunakan berasal dari PDAM Kodya Malang.

^[1] Penaujian agregat ini umumnya dilakukan sesuai dengan standart ASTM (American Society fir Testing Material), walaupun hasilnya ada juga yang dianalisa berdasarkan BS (British Standart).

4.6.^[55] Analisis Saringan Agregat

Tabel 4. 1 Analisa Saringan Agregat Halus

Saringan	Berat Tertahan (gram)	Prosen Tertahan (%)	Komulatif	
			Tertahan	Lewat
19.1mm (3/4")				
9. ^[2] 60 mm (3/8")				100
4.75 mm (No.4)	45.59	4.067	4.067	95.933
2.36 mm (No.8)	70.40	6.279	10.346	89.654
1.18 mm (No.16)	236.36	21.083	31.429	68.571
0.6 mm (No.30)	367.54	32.784	64.213	35.787
0.3 mm (N0.50)	231.12	20.616	84.829	15.171
0.15 mm (No.100)	139.87	12.476	97.305	2.645
0.075mm(No.200)	21.13	1.885	99.190	0.810
PAN	5.38	0.479	99.669	0.331

Sumber: Data hasil penelitian

Dari jumlah berat tertahan didapat berat contoh kering = 1117.39 gram.

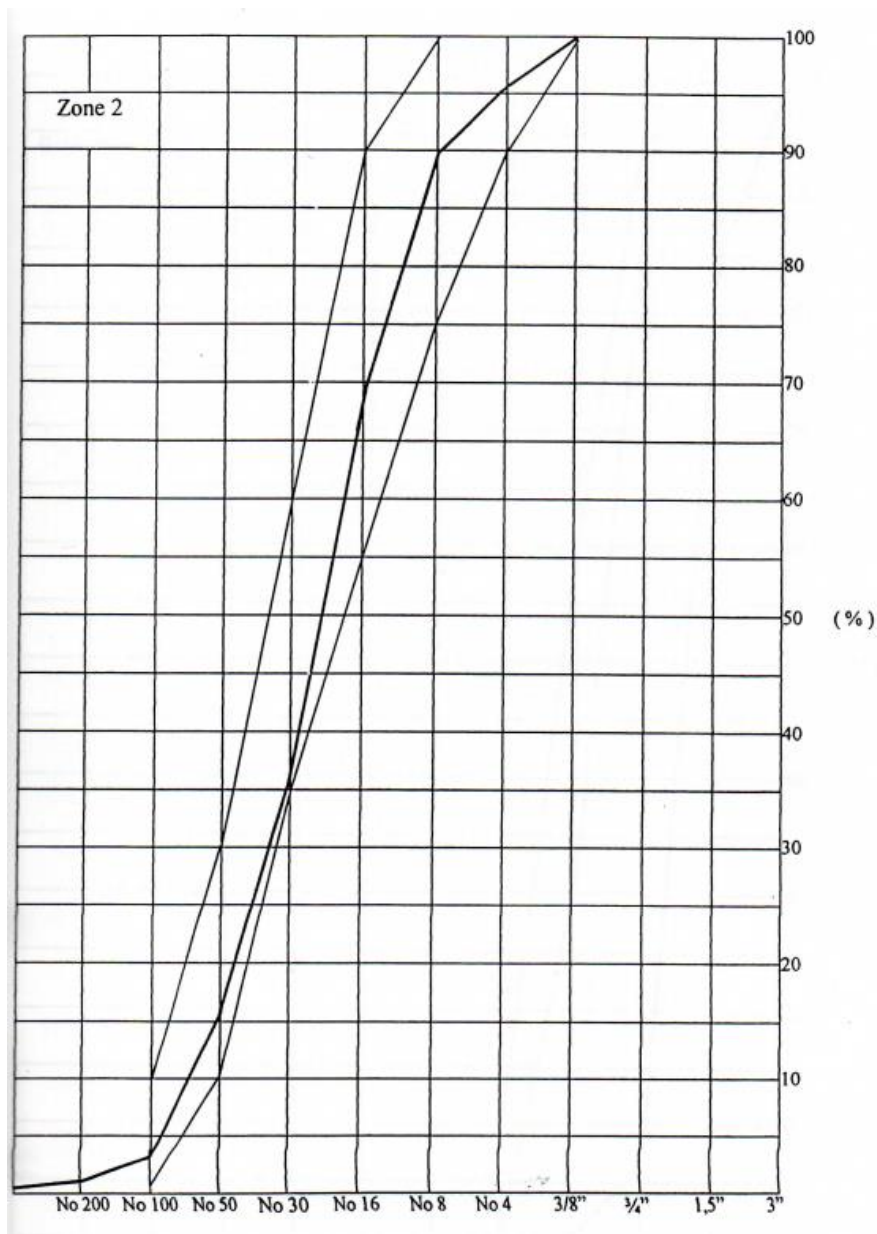
Tabel 4. 2 Analisa Saringan Agregat Kasar

Saringan	Berat Tertahan (gram)	Prosen Tertahan (%)	Komulatif	
			Tertahan	Lewat
76.2 mm (3")	0			100
38.1 mm (1.5")	104	5.2	5.2	94.8
19.1 mm (3/4")	1778	88.9	94.1	5.9
9.6 mm (3/8")	118	5.9	100	0

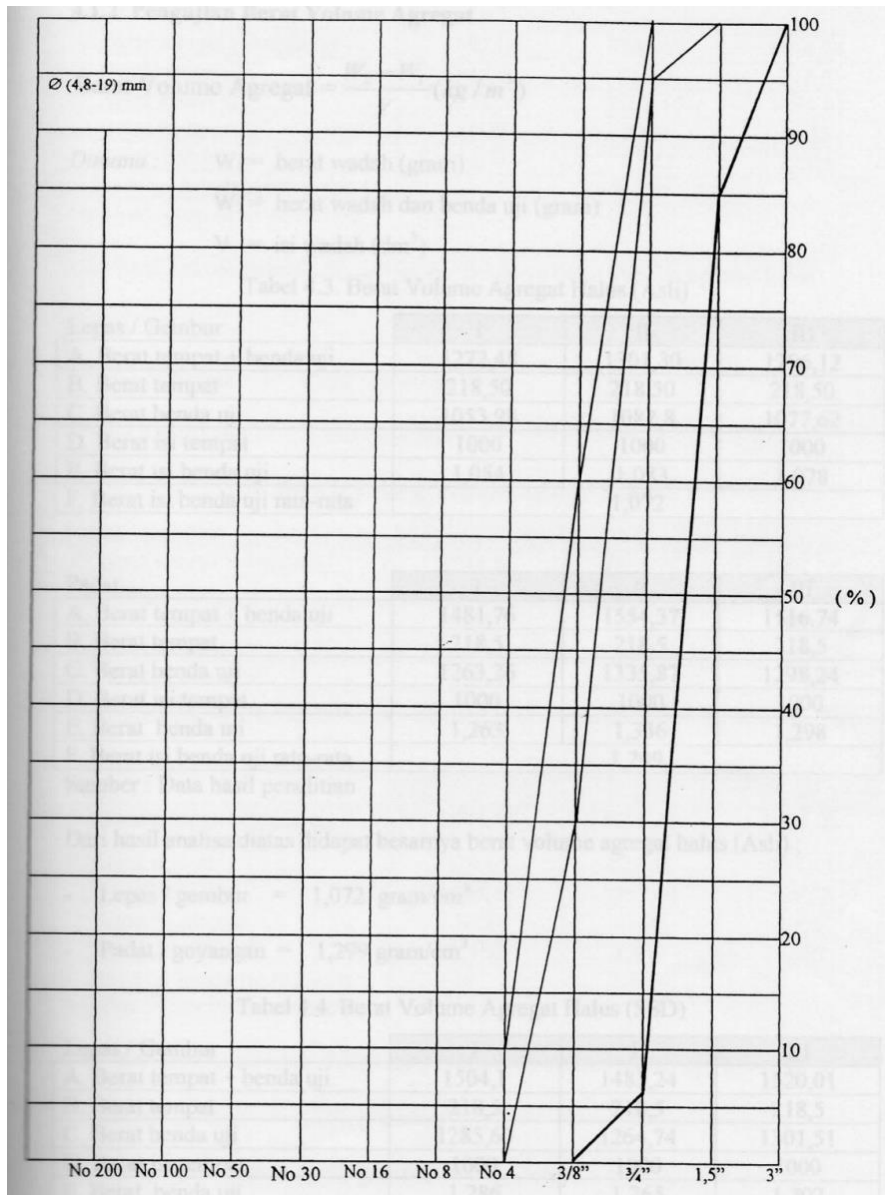
Sumber: Data hasil penelitian

Dari jumlah berat tertahan didapat berat contoh kering = 2000 gram.

[25] ►



Gambar 4. 1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Zone 2



Gambar 4. 2 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar Zone 2

4.6.2 Pengujian Berat Volume Agregat

$$\text{Berat Volume Agregat} = \frac{W_2 - W_1}{V} (\text{kg/m}^3)$$

Dimana : W_1 = berat wadah (gram)

W_2 = berat wadah dan benda uji (gram)

V = isi wadah (dm^3)

Tabel 4. 3 Berat Volume Agregat Halus (Asli)

No	Lepas/ Gembur	I	II	III
A	Berat tempat+benda uji	1272.48	1301.30	1296.12
B	Berat tempat	218.50	218.50	218.50
C	Berat benda uji	1053.98	1082.8	1077.62
D	Berat isi tempat	1000	1000	1000
E	Berat isi benda uji	1.054	1.083	1.078
F	Berat isi benda uji rata2	1.072		

No	Padat / goyangan	I	II	III
A	Berat tempat+benda uji	1481.76	1554.37	1516.74
B	Berat tempat	218.5	218.5	218.5
C	Berat benda uji	1263.26	1335.87	1298.24
D	Berat isi tempat	1000	1000	1000
E	Berat isi benda uji	1.263	1.336	1.298
F	Berat isi benda uji rata2	1.299		

Sumber : Data hasil penelitian

Dari hasil analisa diatas didapat besarnya berat volume agregat halus (asli)

- Lepas /Gembur = 1.072 gram/ cm^3
- Padat / goyangan = 1.299 gram/ cm^3

Tabel 4. 4 Berat Volume Agregat Halus (SSD)

No	Lepas/ Gembur	I	II	III
A	Berat tempat+benda uji	1504.1	1483.24	1520.01
B	Berat tempat	218.5	218.5	218.5
C	Berat benda uji	1285.60	1264.74	1301.51
D	Berat isi tempat	1000	1000	1000
E	Berat isi benda uji	1.286	1.265	1.302
F	Berat isi benda uji rata2	1.284		

No	Padat / goyangan	I	II	III
A	Berat tempat+benda uji	1592.06	1590.65	1614.34
B	Berat tempat	218.5	218.5	218.5
C	Berat benda uji	1373.56	1372.15	1395.84
D	Berat isi tempat	1000	1000	1000
E	Berat isi benda uji	1.374	1.372	1.395
F	Berat isi benda uji rata2	1.380		

Sumber : Data hasil penelitian

Dari hasil analisa diatas didapat besarnya berat volume agregat halus (SSD)

- Lepas /Gembur = 1.284 gram/cm^3
- Padat / goyangan = 1.380 gram/ cm^3

Tabel 4. 5 Berat Volume Agregat Kasar

No	Lepas/ Gembur	I	II	III
A	Berat tempat+benda uji	1544.85	1611.38	1591.26
B	Berat tempat	229.65	229.65	229.65 ^[52]
C	Berat benda uji	1315.2	1381.73	1361.61
D	Berat isi tempat	1000	1000	1000
E	Berat isi benda uji	1.315	1.382	1.362
F	Berat isi benda uji rata2	1.353		
No	Padat / goyangan	I	II	III
A	Berat tempat+benda uji	1695.98	1696.66	1716.85
B	Berat tempat	229.65	229.65	229.65
C	Berat benda uji	1466.33	1467.01	1487.2
D	Berat isi tempat	1000	1000	1000
E	Berat isi benda uji	1.466	1.467	1.487
F	Berat isi benda uji rata2	1.473		

Sumber : Data hasil penelitian

Dari hasil analisa diatas didapat besarnya berat volume agregat halus (SSD)

- Lepas /Gembur = 1.353 gram/cm³
- Padat / goyangan = 1.473 gram/ cm³

4.6.3 Pengujian Kadar Air Agregat (Wc)

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100 \%$$

Dimana : ^[74] W_3 = Berat contoh semula (gram)

W_5 = Berat contoh kering (gram)

Tabel 4.6^[102] Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat halus	Asli			SSD		
Nomor Tes	1	2	3	1	2	3
Berat Tempatkan = A	15.20	15.24	14.15	15.88	14.10	12.98
Berat tempatkan + contoh = B	49.58	56.28	53.82	76.72	75.44	75.44
Berat tempatkan + contoh kering oven = C	46.73	50.36	50.36	75.70	74.13	74.38
Kadar air = $\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$	9.039	9.469	9.555	1.705	2.182	1.726
Kadar air rata-rata (%)	9.354			1.871		

Sumber : Data hasil penelitian

Dari analisa tersebut didapat besarnya kadar air dari pasir sebagai berikut

- Dalam keadaan asli = 9.354%^[52]
- Dalam keadaan SSD = 1.871%

Tabel 4.7^[102] Kadar Air Agregat Kasar

Kadar air agregat kasar	Asli			SSD		
Nomor Tes	1	2	3	1	2	3
Berat Tempat= A	15.32	14.79	13.22	14.99	14.03	15.15
Berat tempat+ contoh=B	71.61	78.73	79.61	100.69	91.88	98.27
Berat tempat+ cnth kering oven = C	70.84	78.49	78.66	99.94	91.40	97.39
Kadar air = $\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$	1.387	0.377	1.452	0.883	0.620	1.070
Kadar air rata2 (%)	1.072			0.858		

Sumber : Data hasil penelitian

Dari analisa tesebut didapat besarnya kadar air dari pasir sebagai berikut

- Dalam keadaan asli = 1.072%
- Dalam keadaan SSD = 0.858%

4.6.4^[55] Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus



Gambar 4.3^[55] Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\%$$

Dimana : V_1 = tinggi pasir

V_2 = tinggi lumpur

Dari pengujian di laboratorium didapat $V_1 = 10.8 \text{ cm}$, $V_2 = 0.1 \text{ cm}$

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{0.1}{1.08 + 0.1} \times 100\% = 0.009\%$$

4.6.5 Pengujian Bahan Organic Agregat Halus

Tabel 4.8 standart Warna penurunan Kekuatan

Warna Larutan	Penurunan
Tak berwarna	0%
Kuning muda	10%-20%
Kuning tua	15%-30%
Kuning merah	25%-30%
Coklat merah	30%-50%
Coklat merah tua	50%-100%

Sumber : Lulus R hal37,1998

Dari hasil analisa didapat warna kuning muda, berarti pasir tersebut dapat digunakan untuk campuran beton, karena hanya sedikit mengandung bahan organik.

4.6.6^[15] Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus Dan Agregat Kasar

- Berat jenis (Bulk) = $\frac{B_k}{(B + 500 + B_t)}$
- Berat jenis kering permukaan jenuh = $\frac{500}{(B + 500 + B_t)}$

- Berat jenis semu (apparent) = $\frac{B_k}{(B + B_k + B_t)}$

- Penyerapan = $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$

Dimana : ^[13]▶ Berat contoh kering permukaan jenuh 500

Berat contoh kering oven B_k

Berat piknometer diisi air pada 25°C B

Berat piknometer+contoh (SSD)+air(25°C) B_t

Tabel 4. ^[18]▶ Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

	A	B
Berat piknometer	149.46	148.56 ^[18] ▶
Berat contoh kering permukaan jenuh(SSD)	500	500
Berat contoh kering oven B _k	487.11	486.92 ^[13] ▶
Berat piknometer diisi air pada 25°C B	639.80	641.79 ^[13] ▶
Berat piknometer+contoh (SSD)+air(25°C) B _t	952.44	954.22 ^[15] ▶
Berat jenis (Bulk) = $\frac{B_k}{(B + 500 + B_t)}$	2.60	2.596 ^[13] ▶
Berat jenis kering permukaan jenuh = $\frac{500}{(B + 500 + B_t)}$	2.669	2.666 ^[13] ▶
Berat jenis semu (apparent) = $\frac{B_k}{(B + B_k + B_t)}$	2.792	2.791
Penyerapan = $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	2.646%	2.686%

Sumber : data hasil penelitian

Dari dua data diatas diperoleh nilai rata-rata sebagai berikut:

Berat jenis : 2.598 gr/cm³
 Berat jenis kering permukaan jenuh : 2.6675 gr/cm³
 Berat jenis semu : 2.7915 gr/cm³
 Penyerapan : 2.666 %

Tabel 4.10 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

	A
Berat tempat	866
Berat contoh kering permukaan jenuh(SSD)	5000
Berat contoh kering oven Bk	4914
Berat contoh dalam air Ba	3158
Berat jenis (Bulk)= $\frac{Bk}{(Bj - Ba)}$	2.668
Berat jenis kering permukaan jenuh = $\frac{Bj}{(Bj - Ba)}$	2.714
Berat jenis semu (apparent)= $\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2.798
Penyerapan = $\frac{(Bj - Bk)}{Bk} \times 100\%$	1.750%

Sumber ; data hasil perhitungan

4.2. Rancangan Campuran Beton

4.6.1 Metode Mix Desain

Pada penelitian ini dipakai mix desain metode DoE 1995 karena persyaratan mudah dipenuhi dan lebih sesuai dengan keadaan alami agregat di Indonesia. Penggunaan metode DoE ini agregat yang dipakai disyaratkan kondisi kering permukaan jenuh (SSD).

Kekuatan tekan beton sangat tergantung pada mutu bahan, perbandingan bahan dasarnya, cara pencampuran, perawatannya serta pelaksanaannya.^[60] Sebagai seorang mix desain pemula maka pelaksanaan didalam prakteknya kemungkinan mengalami hambatan-hambatan, seperti pemakaian material yang kurang baik, pencampuran, perawatan dan pada saat perojokan, Oleh karena itu didalam buku peraturan mengenai Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, kekuatan tekan beton yang ditargetkan harus melebihi kuat tekan beton yang disyaratkan.^[29] Dalam penelitian ini direncanakan nilai tambah sebesar 9,84 Mpa dari kekuatan beton yang disyaratkan.

4.6.2 Perhitungan Mix Desain

a. Kekuatan Beton Rata-Rata

Sebagai akibat dari tingkat variasi beton dalam proses produksi, adalah sangat penting untuk mendesain mix yang mempunyai kekuatan tekan beton yang melebihi dari yang disyaratkan seperti rumusan yang tertera dibawah ini:

$$f'_{cr} = f_c' + k.s$$

dimana : ^[1] f_{cr} = kuat tekan beton yang ditargetkan

f_c' = kuat tekan beton yang disyaratkan

k = nilai yang disesuaikan dengan % cacat yang diijinkan

s = standar deviasi

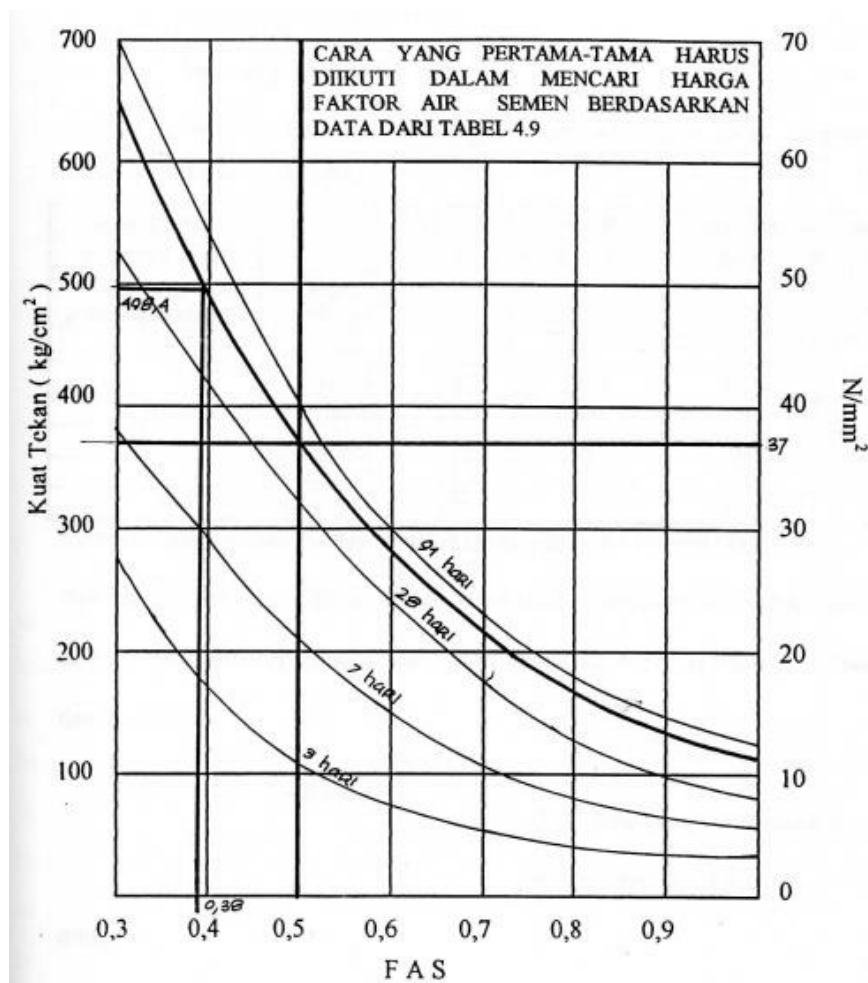
^[1] b. Penentuan Rasio W/C atau Faktor Air Semen (FAS)

Penentuan W/C yang dibutuhkan untuk mendapat kekuatan beton seperti yang direncanakan tergantung pada kuat tekan beton yang ditargetkan, jenis semen yang dipakai, tipe agregat kasar yang digunakan dan umur rencana kekuatan beton.

Tabel 4.^[37] 11 Perkiraan Kekuatan Tekan (N/Mm^2) Beton Dengan Factor Air Semen 0,5 Dan Jenis Semen Serta Agregat Kasar Yang Biasa Dipaki Di Indonesia

Tipe semen	Tipe agregat kasar	Kompresif strength (Mpa), umur (hari)				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Semen PC biasa atau sulfat resisting portland cement (SRPC)	Uncrushed	17	23	33	40	Silinder
	Crushed	19	27	37	45	
	Uncrushed	20	28	40	48	Kubus
	Crushed	23	32	45	54	
Rapid hardening Portland cement (RHPC)	Uncrushed	21	28	38	44	Silinder
	Crushed	25	33	44	48	
	Uncrushed	25	31	46	53	Kubus
	Crushed	30	40	53	60	

Sumber ; tatacara pembuatan rencana beton normal, hal:6



Gambar 4.4^[28] Garfik Hubungan Antara Kuat Tekan Dengan Factor Air Semen (FAS)

Sumber :^[7] Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Hal 7

c. Penentuan Kadar Air Bebas^[1]

Berdasarkan pada table 4.12^[28] kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan dalam memberi workabilitas dapat ditentukan dengan data-data yang ada yaitu :

- ^[4] Slump rencana
- Ukuran agregat maksimum
- Tipe agregat kasar dan halus

Tabel 4. 12^[37] Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/M³) Yang Dibutuhkan Dalam Memberi Variasi Workabilitas

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Vebe time (dt)		12	6-12	3-6	0-3
Ukuran agregat maksimum(mm)	Tipe agregat				
10	Uncrushed	150	180	205	225
	Crushed	180	205	230	250
20	Uncrushed	135	160	180	195
	Crushed	170	190	210	225
40	Uncrushed	115	140	160	175
	Crushed	155	175	190	205

Sumber :^[1] tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Hal 13^[23]

Apabila agregat yang dipakai adalah kombinasi antara agregat dipecah (crushed) dengan tidak dipecah (uncrushed) maka kadar air dihitung berdasarkan rumus berikut:^[10]

$$\frac{2}{3} w_h + \frac{1}{3} w_k \quad \text{sumber: tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Hal 12}$$

Dimana :^[27] w_h = perkiraan jumlah air untuk agregat halus

w_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

^[17] d. Penentuan Kadar Semen Dalam Mix Desain

Kadar semen yang digunakan untuk beton normal diperoleh dengan rumus:

$$\text{Kadar semen (PC)} = \frac{\text{kadar air bebas}}{\text{rasio W / C}}$$

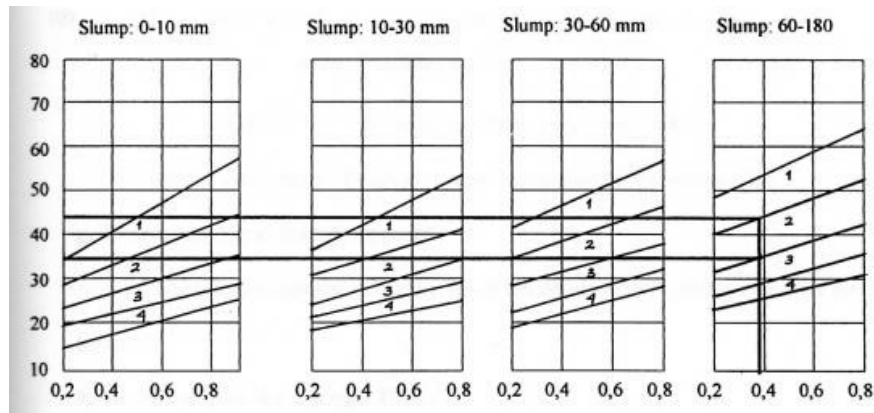
^[1] e. Penentuan Proporsi Agregat Halus

Pada Grafik 4.9^[1] ditunjukkan nilai proporsional untuk agregat halus tergantung dari:

- ^[4] - Ukuran agregat maksimum
- Slump rencana

- Grading dari agregat halus
- Rasio FAS

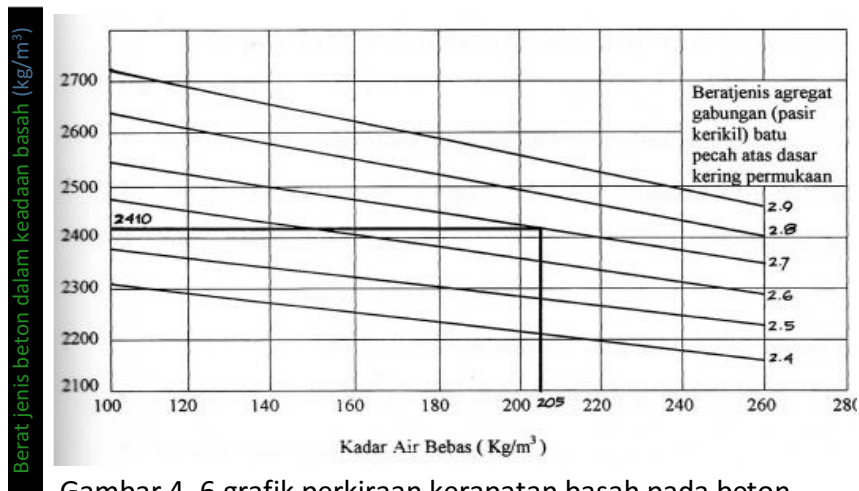
Maximum agregat size : 20 mm



Gambar 4.5 prosentase jumlah pasir yang dianjurkan untuk daerah susunan butir zone 1,2,3,4 (amanah subakti, hal 172)

f. Penentuan Kepadatan Basah Beton

Untuk mencari kepadatan basah beton harus dilihat acuan pada grafik 4.10 dengan adanya data-data kadar air bebas dan berat jenis relative agregat maka kepadatan basah beton dapat dicari.



Gambar 4. 6 grafik perkiraan kerapatan basah pada beton
Sumber: tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.^[1] Hal 24

^[4] g. Penentuan Kadar Agregat

Total kadar agregat = berat jenis beton basah - (berat semen+kadar air bebas).

h. Penentuan Kadar Agregat halus

Kadar agregat halus ini adalah hasil kali antara porsi agregat halus dengan kadar total agregat.

i. Penentuan Kadar Agregat Kasar

Total agregat kasar dicari dari selisih antara total kadar agregat dengan kadar agregat halus

j. Kesimpulan Hasil Perhitungan Mix Desain

Mix Desain Beton Normal $f_c' = 40 \text{ Mpa}$.^[2]

(Menurut Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal)

Langkah-langkah:

1. ^[1] Kuat tekan beton yang disyaratkan adalah $f_c' = 40 \text{ Mpa}$ Pada umur 28 hari.

2. Deviasi standar diambil $s = 6 \text{ Mpa}$
(pasai 3.3.1 butir i, hal 5)

3. Hitung nilai tambah (Margin)
(pasal 3.3.1 butir 2.^[4] hal 5)

$$M = k \times s = 1,64 \times 6 = 9,84 \text{ Mpa}$$

$k = 1,64$ (Ketetapan statistik yang nilainya tergantung pada prosentase hasil uji yang nilainya lebih rendah dari f_c' diambil 5 %)

4. ^[1] Kekuatan tekan beton yang ditargetkan

$$f'_{cr} = f_c' + M = 40 + 9,84 = 49,84 \text{ Mpa}$$

5. Jenis semen: PC tipe I PT. Semen Gresik.

6. Agregat kasar dipecah (crushed)

Agregat halus : tidak dipecah (uncrushed)

7. ^[1] Faktor Air Semen (FAS),

Dari tabel 4.11 pada air semen 0,5 umur beton 28 hari didapat kuat tekan 37 Mpa setelah itu diplot pada grafik 4.8 diperoleh FAS = 0,38.

8. Slump ditetapkan = 60-180 mm

9. Ukuran agregat maksimum = 20 mm

10. Kadar air bebas:

$$\frac{2}{3} w_h + \frac{1}{3} w_k = \frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225 = 205$$

11. Jumlah semen :

$$\frac{\text{kadar air bebas}}{\text{FAS}} = \frac{205}{0.38} = 539,474 \text{ kg}$$

12. Proporsi agregat halus = 39 % (Grafik 4,9)

13. Berat jenis beton basah = 2410 kg/m³ (Grafik 4.10)

14. Kadar agregat gabungan

= Berat jenis beton basah — (Berat semen + Kadar air bebas)

= 2410 — (539,474 + 205) = 1665,526 kg

15. Kadar agregat halus :

= Proporsi agregat halus x Kadar agregat gabungan

= 39% x 1665,526 = 649,555 kg

16. Kadar agregat kasar :

= Kadar agregat gabungan — kadar agregat halus

= 1665,526 — 649,555 = 1015,971 kg

17. Kebutuhan material per 1 m³ beton adalah:

Tabel 4. 13 kebutuhab material

Material	Kebutuhan (kg)	
	SSD	Asli
Air	205	159.832
Semen	539.474	539.474
Pasir	649.55	682.029
Batu Pecah	1015.971	1028.665

18.^[4] Keperluan material beton untuk daya tampung optimum molen adalah $0,05 \text{ m}^3$, sedangkan kebutuhan campuran beton yang diperlukan dalam satu kali pencampuran untuk 5 buah silinder ukuran $\phi 15 \times 30 \text{ cm}$ dan 5 buah silinder ukuran $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ serta kehilangan adonan beton akibat proses pekerjaan maka dibutuhkan sebesar $0,038 \text{ m}^3$ adonan beton. Sehingga keperluan material beton untuk $0,038 \text{ m}^3$ adalah:

Air	: 6.074 kg
Semen	: 20.5 kg
Pasir	: 25.917 kg
Batu pecah	: $\frac{39.089 \text{ kg} +}{91.58 \text{ kg}}$

4.3. Pelaksanaan Campuran Beton

Prosedur penelitian untuk pelaksanaan campuran beton, setelah ditetapkan unsur-unsur campuran adalah sebagai berikut:

- ^[2 0] 1. Persiapan alat dan cetakan
2. Timbang kebutuhan material sesuai dengan perencanaan mix desain
- ^[2 0] 3. Masukkan agregat halus dan semen kedalam molen, setelah itu dilakukan pengadukan
- ^[3 2] 4. Masukkan air sedikit demi sedikit kedalam adukan tadi, sehingga diperoleh campuran yang merata
- ^[3 2] 5. Masukkan agregat kasar (batu pecah) kedalam molen sampai adonan benar-benar tercampur rata
6. Lakukan pemeriksaan slump.
- ^[2 1] 7. Setelah diperoleh nilai slump yang direncanakan. sebelumnya maka adonan beton siap untuk dicetak didalam cetakan yang sudah dilapisi dengan oli pada permukaannya.

4.3.1 Percobaan Slump Beton

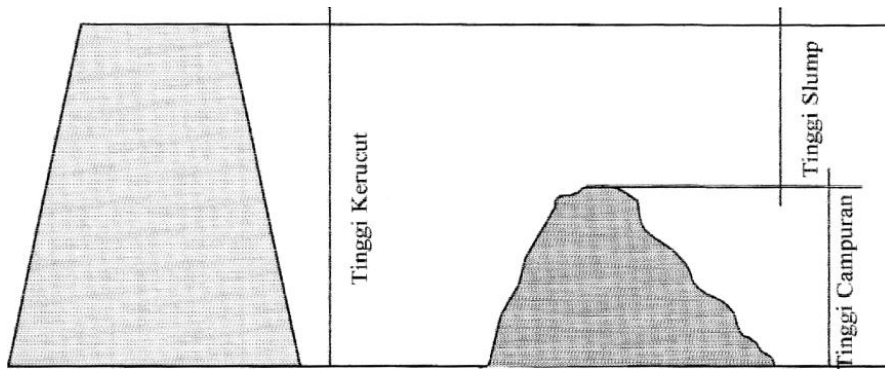
Tujuan : Menentukan ukuran agregat derajat kemudahan adukan beton segar. Peralatan:

- a. Cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20cm, bagian atas 10cm dan tinggi 30cm, bagian bawah dan atas cetakan terbuka.
- b. Tongkat pemadat dengan ϕ 16 mm, panjang 60 cm, ujung bulat dan sebaiknya tongkat dibuat dari baja tahan karat.
- c. Pelat logam dengan permukaan rata dan kedap air.
- d. Sendok cekung.

➤ Cara kerja:

1. Cetakan dan plat dibasahi.
2. Letakkan cetakan diatas plat.
3. Isi cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam tiga lapis. ^[18] Setiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. ^[2] Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata.
4. Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, lalu ditunggu selama 30 detik dan dalam waktu itu semua kelebihan beton segar disekitar cetakan harus dibersihkan,
5. Cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus keatas.
6. Balikkan ce-takan dan letakkan disamping benda uji.
7. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi rata-rata dari benda uji.

^[41] Nilai slump = tinggi cetakan — tinggi campuran beton (lihat Gambar 4.7)



Gambar 4. 7 Pengukuran Slump

Catatan :^[17] Untuk mendapatkan hasil yang teliti,^[41] lakukan dua kali pemeriksaan untuk adukan yang sama, yang kemudian nilai slump yang diukur = hasil rata-rata pengamatan

Dalam penelitian ini ditetapkan slump antara 60-180 mm dan dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Kebutuhan Air dan Slump

Cam-pura n ke	Keb air (kg)	Slu mp (cm)	Keb air (kg)	Slu mp (cm)	Keb air (kg)	Slu mp (cm)	Keb air (kg)	Slu mp (cm)	Keb air (kg)	Slu mp (cm)
1	6.37	12	7.78	13	7.83	14	12.39	17	11.91	14
2	6.87	13	7.66	10	7.84	10	11.17	16	11.71	14
3	5.46	14	7.20	16	8.00	16	13.36	10	11.61	16
4	6.96	16	6.64	10	8.08	10	11.33	14	11.25 ^[23]	15
5	6.1 ^[26]	13	6.62	14	7.70	16	11.27	14	11.22	14
6	6.2 ^[26]	10	7.4	14	8.07	12	8.32	13	8.18	10
7	7.21	14	7.8	16	8.22	14	8.12 ^[26]	12	8.68	14
Rata -rata	6.45	13.14	7.3	13.29	7.96	13.14	10.57	13.71	10.65	13.86

Sumber :^[5] Data Hasil Penelitian

4.3.2 Persiapan Dan Pembuatan Benda Uji

- a. Cetakan selinder dibuat dari bahan besi cor dan sudah disediakan dilaboratorium, dengan ukuran silinder besar ϕ 15 x30 cm dan silinder kecil ϕ 10x20 cm. Selain silinder , benda uji juga berbentuk kubus dan balok, cetakan kubus yang terbuat dari besi dengan ukuran 15x15x15 cm. Cetakan sebelumnya diolesi dengan oli agar nantinya mudah dilepaskan dari cetakan.
- b. Adukan beton yang ada didalam molen dituangkan dalam wadah besi yang tidak menyerap air.^[24] Setelah itu dimasukkan kedalam cetakan.
- c. ^[15] Cetakan diisi dengan adukan beton dalam tiga lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan secara merata setelah dilakukan pemadatan sisi cetakan diketuk perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup, permukaan beton diratakan kemudian dibiarkan dalam cetakan selama 24 jam.^[15] Kemudian cetakan dibuka dan benda uji dimasukkan dalam bak perendaman (moist curina).

4.4. Pemeliharaan dan Perawatan Benda Uji Dengan Moist Curing

Perawatan benda uji ini dilaksanakan pada saat dalam keadaan belum mengeras dan setelah mengeras. Prosedur perawatan benda uji dengan metode perendaman (moist curing) adalah sebagai berikut:

- a. ^[3] Perawatan benda uji sebelum mengeras.^[3]
Perawatan benda uji ini dimaksudkan agar benda uji terhindar dari penguapan air yang berlebihan dan juga penambahan air.^[15] Pada tahap perawatan ini, benda uji dilindungi terhadap pengaruh panas matahari langsung dan hujan.^[15] Untuk itu benda uji dimasukkan kedalam laboratorium setiap selesai dibuat dan dibiarkan selama waktu yang ditentukan, baru nantinya dapat

dimasukkan kedalam bak perendaman.^[15] Pembukaan cetakan ini dilaksanakan satu hari setelah benda uji dibuat.

b. ^[5] Perawatan beton setelah mengeras.^[5]

Benda uji yang telah dibuka dari cetakan, diberi tanda (kode) untuk membedakan kelompok benda uji masing-masing umur.

^[5] Dengan tujuan agar dapat memudahkan pada waktu pengujian pada tiap umur benda uji, kemudian benda uji dapat dimasukkan kedalam bak perendaman untuk mencegah pengeringan yang bisa menyebabkan kehilangan air yang dibutuhkan kelembapan yang diperlukan pada proses tersebut.

4.5.^[6] Uji Kuat Tekan

Pengetesan benda uji dilakukan pada saat benda uji berumur 3,7,14,21,dan 28 hari.^[25] Satu hari sebelum pengetesan benda uji diangkat dari perendaman dibiarkan mengering dengan sendirinya.

4.6.1 Capping Benda Uji Silinder

Tujuan : Untuk meratakan permukaan bidang tekan benda uji sebelum dites tekan hancur

Peralatan : - Plat capping yang terbuat dari logam
- Pisau cutter
- Alat pemanas belerang

Bahan : Sulfur dengan titik nyala 227°C yang mempunyai kekuatan tekan pada umur 2 jam setelah dipanaskan sebesar 34,5 Mpa.

➤ Langkah-langkah:

- a. Sulfur dimasukkan kedalam alat pemanas sampai mencair sehingga siap untuk dituangkan dalam plat capping.
- b. Letakkan benda uji diatas plat capping yang sudah dituangi cairan sulfur.

- c. Tunggu sampai sulfur mengeras kemudian dengan hati-hati benda uji diangkat.

4.6.2^[6] Uji Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas

➤ Peralatan:

1. Compression Testing Machine dengan kapasitas 2000 KN.
2. Modulus Elasticity in Concreat Test yang gunanya untuk mengetahui nilai regangan beton.

➤ Langkah-langkah pengujian:

- a. ^[2 2] Pada umur pengetesan 3,7,14 21,28 hari, benda uji dikeluarkan dari bak curing dan dicapping terlebih dahulu sebelum dilakukan pengetesan,
- b. ^[1] Benda uji yang berbentuk silinder dipasang alat Modulus Elasticity.
- c. Letakkan benda uji ditengah alat tekan.
- d. Menekan tombol penggerak pada posisi ON.
- e. Mematikan tombol pengerak pada saat beton pecah (jarum sudah bergerak lagi)
- f. Lakukan pembacaan dari alat kuat tekan dan aiat Modulus Elasticity.

4.6.3 Uji Porositas

➤ Langkah-langkah pengujian:

1. ^[4 9] Angkat benda uji dari bak perendaman (moist curring)
2. ^[2 5] Tiriskan beberapa saat sampai permukaan benda uji kering
3. ^[5 2] Timbang benda uji untuk mendapatkan berat SSD
4. ^[5 2] Keringkan benda uji dalam oven selama 24 jam
5. ^[2 5] Timbang benda uji untuk mendapatkan berat kering oven

4.6. Analisis Hasil

Hasil Penelitian dibagi atas 3 bagian yaitu :

- a. Data hasil penelitian kuat tekan dan modulus elastisitas silinder beton.
- b. Data hasil penelitian kuat tarik belah dan porositas silinder dan kubus beton.
- c. Data hasil penelitian kuat tarik lentur balok beton.

4.6.1 Analisis Hasil Penelitian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas

Gaya tekan silinder 10/20 umur 3 hari, P=250 KN

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f_c' = Tegangan tekan hancur beton (MPa)

P = Tekanan hancur beton (N)

A = Luas penam_pang benda uji (mm²)

1. Tegangan hancur

$$f_c' = \frac{250000}{0,25 \times \pi \times 100^2} = 31,83 \text{ MPa}$$

2. Tegangan Hancur Rata-rata

$$f_{cr} = \frac{\sum f_c'}{n} = \frac{725,12}{20} = 36,256 \text{ MPa}$$

3. Standart Deviasi. (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_c - f_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{372,425}{19}} = 4,427$$

4. Tegangan Karakteristik Beton

$$\begin{aligned} f_{ck}' &= f_{cr}' - (1,64 \times 1,08 \times s) \\ &= 36,256 - (1,64 \times 1,08 \times 4,427) = 28,415 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Modulus Elalastisitas Beton

$$E = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Re gangan}} = \frac{f_c'}{\varepsilon}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$L = 20$$

$$\Delta L = 0.025 \times 2.55 = 0.0638 \text{ cm}$$

$$\varepsilon = \frac{0.0638}{20} = 0.003$$

$$E = \frac{31,831}{0.003} = 10610,333$$

4.6.2 Analisis Data Hasil Pengujian Porositas

Contoh perhitungan diambil dari benda uji silinder 15/30 umur 3 hari.

$$\text{Prosentase air void} = \frac{W_{ssd} - W_o}{V_{Bj} \text{ air}} \times 100\%$$

$$= \frac{12.8 - 12.71}{0.00529 \times 1000} \times 100\% = 1.32\%$$

Rangkuman senma hasil analisa diatas ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 15 Rangkuman kuat tekan

Umur (hari)	kubus		Silinder 15/30		Silinder 10/20	
	Fc' rata2	Fc' karakteristik	Fc' rata2	Fc' karakteristik	Fc' rata2	Fc' karakteristik
3	38.944	32.825	34.406	27.922	36.256	28.415
7	51.222	43.037	43.177	34.158	47.555	38.497
14	56.589	45.694	54.551	46.862	52.139	44.769
21	61.122	49.319	58.144	50.048	58.123	43.466
28	65.389	53.405	61.511	54.180	62.389	52.878

Tabel 4.^[2] 16 Daftar Konversi bentuk Benda Uji

Bentuk Benda Uji	Perbandingan
Kubus 150 x 150 x 150 mm	1
Silinder diameter 150 mm x 300 mm	0.83 ^[8]
Silinder diameter 100 mm tinggi 200 mm	0.83 ^[6]

Tabel 4.17 Nilai Kuat Tekan Setelah Dikonversi Bentuk Terhadap Silinder 15/30

Umur (hari)	kubus		Silinder 15/30		Silinder 10/20	
	Fc rata2	Fc karakteristik	Fc rata2	Fc karakteristik	Fc rata2	Fc karakteristik
3	32.324	27.245	34.406	27.922	36.288	28.415
7	42.514	35.721	43.177	34.158	47.555	38.497
14	46.969	37.926	54.551	46.862	52.139	44.769
21	50.731	40.935	58.144	50.048	58.123	43.466
28	54.273	44.326	61.511	54.180	62.389	52.878

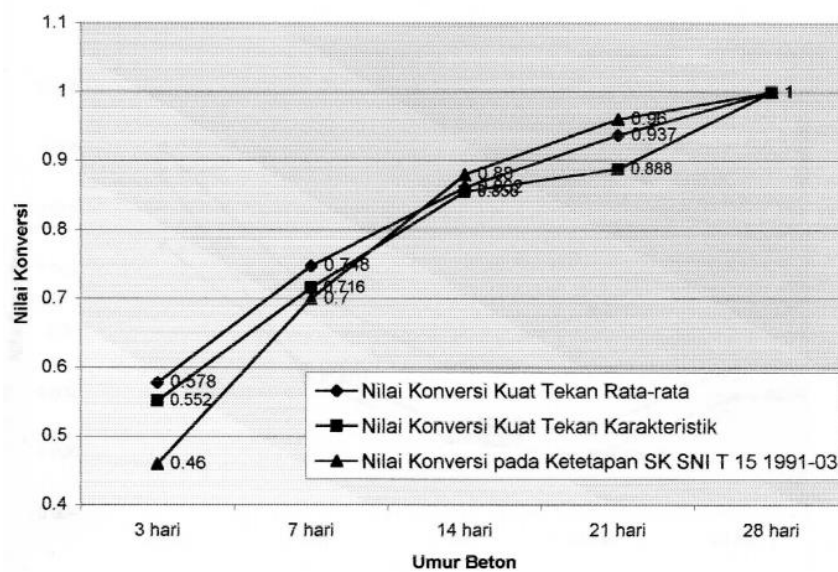
Tabel 4.18 Nilai Kuat Tekan Karakteristik

bentuk benda uji	kuat tekan (Mpa)	kuat tekan konversi bentuk	kuat tekan rata-rata (Mpa)	$(f_c - f_{cr})^2$	Standar deviasi	kuat tekan karakteristik (Mpa)
kubus 15x15x15	64.889	53.858	59.391	30.614	6.198	48.41
	70.889	58.838	59.391	0.306	6.198	48.41
	68.889	57.178	59.391	4.897	6.198	48.41
	79.111	65.662	59.391	39.325	6.198	48.41
	68.000	56.440	59.391	8.708	6.198	48.41
	61.333	50.906	59.391	71.995	6.198	48.41
	66.667	55.334	59.391	16.459	6.198	48.41
	57.778	47.956	59.391	130.760	6.198	48.41
	59.556	49.431	59.391	99.202	6.198	48.41
	66.667	55.334	59.391	16.459	6.198	48.41
	72.000	59.760	59.391	0.136	6.198	48.41
	72.000	59.760	59.391	0.136	6.198	48.41
	60.444	50.169	59.391	85.045	6.198	48.41
	51.556	42.791	59.391	275.560	6.198	48.41
	66.667	55.334	59.391	16.459	6.198	48.41
	55.556	46.111	59.391	176.360	6.198	48.41
	64.889	53.858	59.391	30.614	6.198	48.41
	75.556	62.711	59.391	11.022	6.198	48.41
	62.222	51.644	59.391	60.016	6.198	48.41
	63.111	52.382	59.391	49.126	6.198	48.41

bentuk benda uji	kuat tekan (Mpa)	kuat tekan konversi bentuk	kuat tekan rata-rata (Mpa)	$(f_c - f_{cr})^2$	Standar deviasi	kuat tekan karakteristik (Mpa)
silinder 15/30	58.852	58.852	59.391	0.291	6.198	48.41
	63.096	63.096	59.391	13.727	6.198	48.41
	61.398	61.398	59.391	4.028	6.198	48.41
	67.340	67.340	59.391	63.187	6.198	48.41
	59.984	59.984	59.391	0.352	6.198	48.41
	59.984	59.984	59.391	0.352	6.198	48.41
	61.681	61.681	59.391	5.244	6.198	48.41
	67.340	67.340	59.391	63.187	6.198	48.41
	62.247	62.247	59.391	8.157	6.198	48.41
	61.115	61.115	59.391	2.972	6.198	48.41
	60.549	60.549	59.391	1.341	6.198	48.41
	67.906	67.906	59.391	72.505	6.198	48.41
	49.798	49.798	59.391	92.026	6.198	48.41
	61.115	61.115	59.391	2.972	6.198	48.41
	62.247	62.247	59.391	8.157	6.198	48.41
	57.720	57.720	59.391	2.972	6.198	48.41
	61.681	61.681	59.391	5.244	6.198	48.41
	57.720	57.720	59.391	2.792	6.198	48.41
silinder 10/20	61.115	61.115	59.391	2.792	6.198	48.41
	67.340	67.340	59.391	63.187	6.198	48.41
	61.115	61.115	59.391	2.972	6.198	48.41
	58.569	58.569	59.391	0.676	6.198	48.41
	62.389	62.389	59.391	8.988	6.198	48.41
	70.028	70.028	59.391	113.150	6.198	48.41
	62.389	62.389	59.391	8.988	6.198	48.41
	63.662	63.662	59.391	18.241	6.198	48.41
	62.389	62.389	59.391	8.988	6.198	48.41
	73.848	73.848	59.391	209.010	6.198	48.41
	68.755	68.755	59.391	87.684	6.198	48.41
	63.662	63.662	59.391	18.241	6.198	48.41
	64.935	64.935	59.391	30.736	6.198	48.41
	64.935	64.935	59.391	30.736	6.198	48.41
	57.296	57.296	59.391	4.389	6.198	48.41
	48.383	48.383	59.391	121.180	6.198	48.41
	62.389	62.389	59.391	8.988	6.198	48.41
	59.842	59.842	59.391	0.203	6.198	48.41
	57.296	57.296	59.391	4.389	6.198	48.41
	58.569	58.569	59.391	0.676	6.198	48.41
	61.115	61.115	59.391	2.972	6.198	48.41
	66.208	66.208	59.391	46.471	6.198	48.41

Tabel 4. 19 Nilai Konversi Umur Kuat Tekan Rata-Rata Dan Nilai Kuat Tekan Karakteristik

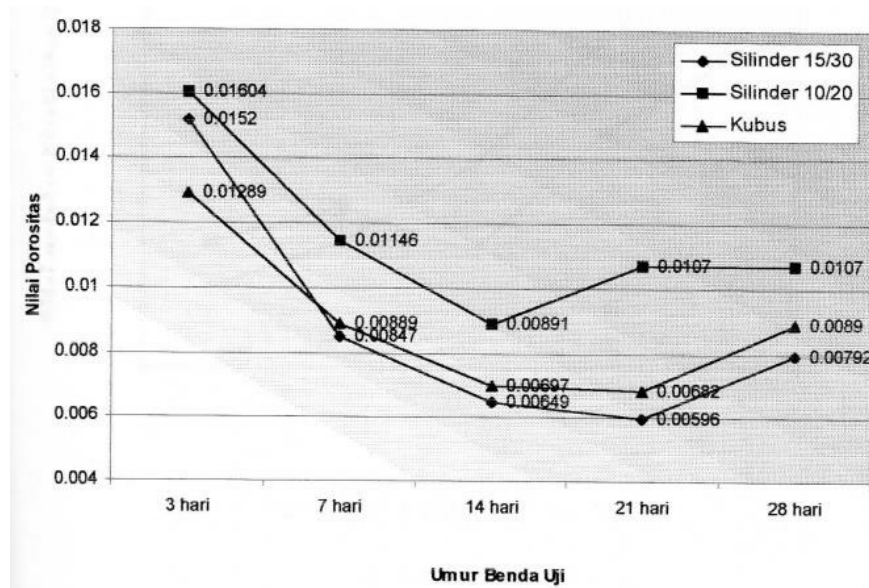
Umur (hari)	Nilai konversi kuat tekan rata2	Nilai konversi Kuat tekan karakteristik	Nilai konversi pada SK SNI T-15 1991-03
3	0.578	0.552	0.46
7	0.748	0.716	0.7
14	0.862	0.856	0.88
21	0.937	0.888	0.96
28	1	1	1



Gambar 4. 8 Gravik Nilai Konversi Umur

Tabel 4.^[3] 20 Nilai porositas f_{c40}

Benda uji	Nilai porositas (%)				
	3 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
Silinder 15/30	0.0152	0.00847	0.00649	0.00596	0.00792
Silinder 10/20	0.01604	0.01146	0.00891	0.0107	0.0107
Kubus	0.01289	0.00889	0.00697	0.00682	0.0089



Gambar 4. 9 Gravik Nilai porositas fc40

4.7. Uji Hipotesis

Berdasarkan hasil analisis data pengujian, diadakan uji hipotesis secara statistik dengan menggunakan metode varian satu arah .

4.7.1. Analisis Varian Satu Arah

Metode analisis varian satu arah digunakan untuk membandingkan beberapa objek penelitian secara serentak untuk satu jenis yang diamati yaitu beton pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari pada beton normal.

Menurut Sudjana 1995, Desain dan Analisis Eksperimen. Misalkan ada k umur dimana ni unit eksperimen untuk umur ke i (i=1,2,3,4 5). Jika data pengamatan dilakukan dengan Yij yang berarti nilai pengamatan dari unit eksperimen ke-j karena umur ke-i.

Dari data-data yang diperoleh untuk umur analisisnya dapat disusun ke dalam tabel

Tabel 4.21 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Pada Masing-Masing Umur

No	Perlakuan					Jumlah
	3 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	
1	36.52	43.898	44.451	47.402	53.858	
2	36.151	43.529	54.964	46.111	58.838	
3	36.151	42.422	46.48	62.711	57.178	
4	33.938	43.529	57.178	42.054	65.662	
5	30.249	46.111	49.8	52.382	56.44	
6	30.986	47.218	48.694	46.849	50.906	
7	31.356	34,306	43.529	53.858	55.334	
8	31.724	49.8	43.529	47.218	47.956	
9	37.626	35.782	40.578	51.644	49.431	
10	28.774	42.791	52.751	56.44	55.334	
11	30.249	39.84	47.956	47.956	59.76	
12	36.52	37.626	34.676	54.596	59.76	
13	29.511	47.586	42.054	47.956	50.169	
14	30.802	44.266	43.529	42.791	42.791	
15	31.356	43.529	46.849	54.226	55.334	
16	28.404	40.209	47.956	44.266	46.111	
17	30.618	41.316	46.111	53.12	53.858	
18	30.986	41.316	47.956	60.866	62.711	
19	30.168	40.946	49.8	51.644	51.644	
20	33.938	44.266	50.538	50.538	52.382	
Jumlah	646.477	850.286	939.379	1014.628	1085.457	
n perlakuan	20	20	20	20	20	100
Rata-rata	32.324	42.514	46.969	50.731	54.273	45.362

$$R_y = \frac{(4536.227)^2}{100} = 205773.6$$

$$P_y = \frac{(646.477)^2}{20} + \frac{(850.286)^2}{20} + \frac{(939.379)^2}{20} + \frac{(1014.628)^2}{20} + \frac{(1085.457)^2}{20} - 205773.6$$

$$= 5778.375$$

$$\sum y^2 = 3652 + \dots + 46.111 + \dots + 43.529 + \dots + 56.424 + \dots + 50.169 + \dots + 47.791$$

$$\sum y^2 = 213663434$$

$$E_y = 213663434 - 2057736 - 5778375 = 2111.50$$

$$F = \frac{1444.594}{22.226} = 64.996$$

Tabel 4. 22 Daftar Analisa Varian Satu Arah Untuk Menghitung Nilai F

Sumber Variasi	Derajat Kebebasan	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F	F Tabel
Rata-rata	1	205773.6	205773.6	64.996	2.478
Perlakuan	4	5778.375	1444.594		
Kekeliruan	95	2111.505	22.226		
Total	99				

Untuk taraf signifikan=0.05 dari table dengan V1=4 dan V2=95 dari table D, diperoleh F hitung = 64.996 F table = 2.478 dengan demikian hal diterima, ini berarti kelima perlakuan memberikan hasil nilai kuat tekan yang sangat berlainan.

4.7.2. ^[96] Uji Rentangan Darab Duncan

Setelah dilakukan uji analisa varian satu arah yang menunjukkan F hitung F Tabel, maka perlu dilakukan uji Rentangan Darab Duncan yang tujuannya untuk mengetahui perbedaan yang nyata dari masing-masing kelompok umur.

Uji rentangan Darab Duncan.

1. Data-data analisis varian

$$\text{Kuadrat Tengah (KT)} = 1444,594$$

$$\text{Derajat Kebebasan} = 95$$

$$\text{Jumlah sampel (n)} = 20$$

2. ^[3] ▶ Urutan rata-rata sampel menurut urutan membesar

Perlakuan	3	7	14	21	28
Rata-rata	646.677	850.286	939.379	1014.628	1085.457

3. ^[5] ▶ Kekuatan rata-rata untuk setiap perlakuan:

$$R_p = r_p \sqrt{\frac{KT}{n}}$$

4. Nilai r_p diambil dari tabel dengan $v = 95$ derajat kebebasan, $\alpha = 0,05$.

$$H_{\alpha} = \sqrt{\frac{1444594}{20}} = 8499$$

5. Hasil perhitungan R_p ditabelkan sebagai berikut: ^[83] ▶

P	3	7	14	21	28
r_p	3.376	4.269	4.882	5.220	5.539
R_p	28.693	36.282	41.492	44.363	47.076

6. ^[3 1] ▶ Perhitungan antara perlakuan

$$28 \text{ lawan } 3 = (1085,457 - 646,477) = 438,980 \quad 47,076$$

$$28 \text{ lawan } 7 = (1085,457 - 850,286) = 235,171 \quad 44,365$$

$$28 \text{ lawan } 14 = (1085,457 - 939,379) = 146,078 \quad 41,49228$$

$$28 \text{ lawan } 21 = (1085,457 - 1014,628) = 70,829 \quad 36,282$$

$$21 \text{ lawan } 3 = (1014,628 - 646,477) = 368,151 \quad 44,365 \quad 21$$

$$21 \text{ lawan } 7 = (1014,628 - 850,286) = 164,342 \quad 41,492$$

$$21 \text{ lawan } 14 = (1014,628 - 939,379) = 75,249 \quad 36,282$$

$$14 \text{ lawan } 3 = (939,379 - 646,477) = 292,902 \quad 41,492$$

$$14 \text{ lawan } 7 = (939,379 - 850,286) = 89,593 \quad 36,282 \quad 7$$

$$7 \text{ lawan } 3 = (850,286 - 646,477) = 203,809 \quad 28,693$$

Maka kesimpulan yang dapat diambil dari uji Rentangan Darab Duncan adalah perbandingan antara perlakuan 3, 7, 14, 21, 28 hari menunjukkan perbedaan kuat tekan secara nyata.

4.8. Pembahasan

1. Nilai konversi umur kuat tekan yang diperoleh melalui analisis data penelitian menunjukkan bahwa sampai dengan umur 3 hari telah dicapai nilai kuat tekan yang cukup tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh terjadinya proses hidrasi yang terlalu cepat. Proses hidrasi ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan kadar lengas udara, sehingga konversi umur kuat tekan yang didapat dari penelitian menunjukkan adanya perbedaan dengan nilai ketetapan pada SK SNI T 15 1991-03 seperti pada tabel berikut:

Umur beton hari	Nilai Konversi Umur Kuat Tekan Hasil Penelitian		Nilai konversi pada SK SNI T 151991-03
	Rata-rata	Karakteristik	
3	0.578	0.552	0.46
7	0.748	0.716	0.70
14	0.862	0.856	0.88
24	0.937	0.888	0.96
28	1.00	1.00	1.00

2. Berdasarkan data hasil pengujian, maka diadakan uji hipotesis secara statistik dengan menggunakan metode analisa varian satu arah, Metode ini diproses dengan menggunakan Program

SPSS 7.5 for windows. Semua data yang telah diproses menunjukkan hasil F hitung = 64.996 F tabel = 2.478, dengan demikian H_a diterima, ini berarti kelima perlakuan memberikan hasil nilai kuat tekan yang sangat berlainan. Hal tersebut juga dibuktikan melalui uji rentang Darab Duncan.

3. Dari hasil analisa data porositas untuk semua benda uji menunjukkan terjadinya penyerapan air semakin berkurang dari umur 3 hari 14 h sedangkan untuk umur 21 hari-umur 28 hari cenderung meningkat seperti terlihat pada grafik.
4. Nilai modulus elastisitas menunjukkan bahwa cenderung terjadi peningkatan seiring dengan pertambahan umur beton seperti ditunjukkan pada grafik 4.3 dan pada uraian. buku Struktur Beton Bertulang oleh Istimawan Dipohusodo.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. ^[83] Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium pengujian bahan Teknik Sipil ITN Malang serta hasil pengujian hipotesis maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Hasil pengujian melalui analisa statistik varian satu arah berdasarkan nilai F hitung yang diperoleh lebih besar dari nilai F pada tabel ($F_{hit} = 64.996$ $F_{tabel} = 2.478$) didapat bahwa H_a diterima, sehingga terdapat perbedaan kuat tekan dari masing-masing umur. Seiring dengan adanya perbedaan kuat tekan, maka diperoleh nilai konversi dari masing-masing umur beton. Nilai konversi yang didapat dari penelitian menunjukkan hasil yang berbeda dengan nilai konversi pada SK SNI T 15 1991-03.
- b. Nilai modulus elastisitas cenderung naik seiring bertambahnya tegangan beton seperti diuraikan pada buku Struktur Beton Bertulang oleh Istimawan Dipohusodo
- c. Nilai porositas beton menunjukkan nilai yang semakin kecil dengan pertambahan umur beton. Hal ini disebabkan oleh semakin tertutupnya pori-pori karena proses hidrasi (Sumber: Pedoman Pengerjaan Beton, Penerbit Departemen PU).

5.2. Saran-saran

- a. Perlu dilakukan penelitian kembali dengan jumlah benda uji yang lebih banyak, sehingga diperoleh hasil yang lebih akurat.
- b. Pada penelitian berikutnya diharapkan agar dilakukan persiapan yang lebih matang sebelum melakukan penelitian,

baik mengenai material, peralatan maupun jadwal pelaksanaan penelitian.

- c. Penelitian sebaiknya dilakukan dalam ruangan, sehingga suhu dan kelembaban udara konstan. Hal ini dimaksudkan agar proses hidrasi awai tidak berlangsung terlalu cepat.
- d. Diusahakan agar jumlah cetakan diperbanyak agar proses pembuatan benda uji dapat dilakukan sekaligus. Sehingga data yang diperoleh lebih akurat.
- e. Pengujian benda uji yang dilakukan pada saat penelitian sebaiknya menggunakan mesin uji yang sudah dikalibrasi terlebih dahulu.
- f. Untuk penelitian selanjutnya diusahakan menggunakan metode yang lain selain metode DoE sebagai perbandingan.

[92] ►

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen PU.^[30] (1989), *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Jakarta, Yayasan Badan Penerbit PU.
- Departemen PU.^[30] (1990), *Metode Pembuatan dan Benda Uji Beton di Laboratorium*, Bandung, Yayasan LPMB.
- Departemen PU.^[1] (1989), *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*, Bandung, Yayasan LPMB.
- Departemen PU.^[34] (1989), *Tata Cara Perancangan dan Pelaksanaan Konstruksi Beton 1989*, Jakarta BPP PU.
- Essy A, R.^[1] Agus Murdiyoto, Pemeriksaan Nilai Konversi *Kuat tekan beton* berdasarkan SK SIVI T 15 1991-03 Untuk Beton Mutu Sedang. *Jurnal Teknologi* Edisi No. 1 Tahun XI/Maret, 1997.
- Gunawan, Margaret, (1994).^[2] *Konstruksi Beton I*, jilid I.^[2] Jakarta, Delta Teknik Group.
- ^[54] Hadi Kusuma, Gideon (1994), *Pedoman Pengerjaan Beton*, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- ^[1] Lulus Rulyandarti, (1998) Kajian Eksperimental Pemanfaatan Hasil Daur Ulang Limbah Plastik Dalam Rancangan Campuran Beton Terhadap Perilaku Mekanis (Kuat Tekan, *Modulus Elastisitas*, Kuat Tarik Lentur, Dan Porositas).^[47] Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil1, Malang : Institut Teknologi nasional.
- Subakti, Aman (1995).^[41] *Mix Desain Beton Normal Metode DoE*.^[96] Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
- Sudjana, (1995) *Desain dan Analisis Eksperimen*. Bandung, Penerbit Tarsito.