

**KUAT LENTUR BALOK BETON DENGAN MENGGUNAKAN
PLASTIK JENIS *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET)
SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR**



*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
studi pada program Pendidikan Diploma III
Politeknik Negeri Ujung Pandang*

ISMAIL RIDWAN

311 09 008

MUH. ICHSAN BIUDAYA

311 09 012

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2012**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Kuat Lentur Beton dengan Menggunakan Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai Pengganti Agregat Kasar”** oleh Ismail Ridwan (311 09 008), dan Muh. Ichsan Budaya (311 09 012), telah diterima dan disahkan oleh dan Pembimbing Laporan Tugas Akhir dan ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan dan memperoleh gelar program Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Oktober 2012

Mengesahkan:

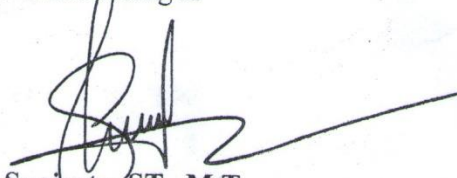
Pembimbing I



Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.

NIP. 196903014 200312 2 001

Pembimbing II



Sugianto, ST., M.T.

NIP. 19810814 200812 2 003

Mengetahui:

a.n. Direktur,

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ujung Pandang



Muhammad Idris, S.T., M.T.

NIP. 19640204 199003 1 003



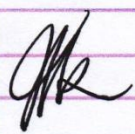
**KELUARGA MAHASISWA
TEKNIK SIPIL**

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

LEMBAR ASISTENSI

KELOMPOK MAHASISWA TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

NAMA	: Ismail Ridwan / Muh. Ichsaon Budaya
NIM	: 311 09 008 / 311 09 012
SEMESTER	:
TUGAS	: Tugas Akhir
DOSEN	: Nur Aisyah Jalali, S.ST., M.Eng.

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	04-10-2012	* Bab I → diperbaiki & jangan = judul tim yg satu lagi (Any & Ita). * Bab IV → Tabel 10 jangan terpotong. Celah nomor tabel 10-12 (tabel 9-11) Naskah bisa diletakkan didepan (yg hal. 26 & letakkan d. hal. 25).	
	17-10-2012	* Perbaiki penulisan / tata bahasa, jangan campur³ dg bhs asing - mis: "relative" → ditulis "relatif". * Materi Bab I yg diberikan pd 1 pekan lalu, isinya sama sj dg yg diberikan 2 hari yg lalu. Tdk ada penambahan dr bk Pengelolaan Sampah. yg dipinjamkan. Padahal ada data sampah diti. * Tabel 5 → Stevens → <u>mana daftar Pustaka?</u> Harus ada km mengutip pendapat / penelitiannya. * <u>Pengujian kuat lentur (keri)</u>, sertakan gbr & 3 kondisi yg bisa jd wkt pengujian. Ada ferinya dulu d. SNI / Balitbang Kempraswil * Penelitian <u>fabel Jgn terpisah</u> → diperbaiki *	

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah S.W.T., karena atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir kami dengan judul “Kuat Lentur Beton dengan Menggunakan Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai Pengganti Agregat Kasar” ini dapat kami selesaikan.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar ahli madya di tingkat Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Penulis menyadari bahwa dalam proses awal hingga selesainya Tugas Akhir ini, telah banyak pihak yang terlibat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada mereka yang secara moril maupun materil telah banyak membantu penulis untuk merampungkan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Selanjutnya ucapan terima kasih penulis haturkan kepada kedua pembimbing penulis yaitu: Ibu Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng. selaku pembimbing I, Bapak Sugiarto, ST., M.T. selaku pembimbing II yang mana keduanya dengan penuh kesabaran memberikan bimbingannya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, serta Ketua Jurusan, Ketua Program Studi Teknik Konstruksi Gedung seluruh staf, dosen, instruktur dan para karyawan Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya pada Jurusan Teknik Sipil.

Teman-teman Struktur A 2009, rekan-rekan Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, yang lainnya tanpa saya sebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan bantuan, masukan dan motivasi positif.

Penulis menyadari bahwa manusia tidak luput dari khilaf, demikian juga halnya dengan penyusunan Tugas Akhir ini yang masih memiliki kekurangan walaupun telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, dengan terbuka dan hati yang tulus, penulis akan menerima saran dan kritik yang bersifat positif guna kesempurnaan Tugas Akhir ini. Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua khususnya yang bergerak dalam bidang Teknik Sipil. Akhir kata, semoga Allah S.W.T., memberikan perlindungan kepada kita semua.

Wassalamu Alaikum Wr. Wb.

Makassar, Oktober 2012

PENULIS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR ASISTANSI	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Beton	6
B. Beton Ringan	7
C. Kuat Lentur Beton	9
D. Material Plastik	9
E. Penggunaan Limbah Plastik sebagai Material Bangunan	12

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	16
B. Alat dan Bahan	16
C. Prosedur Penelitian	17
D. Metode Pengolahan data	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Karakteristik Agregat	25
B. Rencana Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	26

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	36
B. Saran	37

Daftar Pustaka	38
----------------------	----

Lampiran	39
----------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Jenis – jenis sampah plastik yang telah di daur ulang	2
Tabel 2	Jenis beton berdasarkan kuat tekannya (Tjokrodimulko, 2007)	7
Tabel 3	Jenis beton berdasarkan berat jenisnya (Tjokrodimulko, 2007)	7
Tabel 4	Jenis konstruksi beton ringan berdasarkan kuat tekan, berat isi dan agregat penyusunannya (Balitbang Kimpraswil, 2003b)	8
Tabel 5	Jenis beton ringan berdasarkan besar jenis dan kuat tekannya (Neville dan Brooks, 1987)	9
Tabel 6	Sifat-sifat mekanik dan fisik PET secara umum (Stevens, 1989)	11
Tabel 7	Variasi campuran pengganti agregat kasar	21
Tabel 8	Nilai tambah m jika pelaksanaan tidak mempunyai pengalaman	23
Tabel 9	Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus dan kasar	26
Tabel 10	Kebutuhan bahan untuk empat benda uji balok pada beton normal....	26
Tabel 11	Kebutuhan bahan untuk 16 benda uji balok pada beton plastik	29
Tabel 12	Hasil uji <i>slump</i>	30
Tabel 13	Hasil pengujian berat beton segar	32
Tabel 14	Hasil pengujian kuat lentur balok beton	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Model ikatan kimia <i>Polyethylene Terephthalate</i> I	10
Gambar 2. <i>Pellet</i> PET	19
Gambar 3. Pengujian kuat lentur retak di tengah bentang	22
Gambar 4. Pengujian kuat lentur retak di 1/3 bentang	23
Gambar 5. Bagan alir kegiatan penelitian	24
Gambar 6. Hasil uji <i>slump</i>	31
Gambar 7. Histogram berat volume beton segar (W_c)	33
Gambar 8. Histogram kuat lentur beton (f'_c)	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	39
Lampiran 2 Perancangan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	66
Lampiran 3 <i>Slump</i> Berat Volume	83
Lampiran 4 Dokumentasi	86



ABSTRAK

(Ismail Ridwan dan Muh. Ichsan Budaya), “Kuat Lentur Beton dengan Menggunakan Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai Pengganti Agregat Kasar” Makassar, (Nur Aisyah Jalali, dan Sugiarto).

Penelitian ini dilakukan atas dasar pemanfaatan dan pengurangan limbah plastik semaksimal mungkin. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh *pellet* plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat lentur beton dan berat volume dengan proporsi 20%, 40%, dan 80% terhadap volume agregat kasar. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil, mulai dari April–Agustus 2012. Prosedur penelitian dilakukan mulai dari persiapan material, pemeriksaan/pengujian material, perancangan campuran adukan beton, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, dan pengujian kuat lentur beton.

Hasil dari penelitian yaitu dengan penambahan prosentase *pellet* plastik yang semakin besar, maka akan memberikan penurunan terhadap kuat lentur beton dan berat volumenya. Nilai uji lentur rata-rata (f'_{cr}) masing – masing variasi: BN (0%) = 6,90 MPa, BP1 (20%) = 6,85 MPa, BP2 (40%) = 6,84 MPa, dan BP3 (80%) = 4,22 MPa. Sedangkan Nilai Berat volume masing – masing variasi adalah BN (0%) = 2316,9 kg/m³, BPI (20%) = 2232,83 kg/m³, BPII (40%) = 2221,25 kg/m³, BPIII (80%) = 1891,77 kg/m³. Melihat hasil dari nilai kuat lentur, jadi beton dengan variasi: BP1 (20%), dan BPII (40%) tetap bisa digunakan karena pengujian yang dihasilkan masih memenuhi kuat lentur yang direncanakan. Sedangkan untuk BP III (80%) cenderung mengarah ke beton non struktural karena pengujian yang dihasilkan tidak memenuhi kuat lentur yang direncanakan.

Kata kunci: beton, beton ringan, *polyethylene terephthalate* (PET)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Plastik merupakan salah satu contoh bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan bahan rumah tangga, otomotif dan sebagainya. Penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. Namun plastik memiliki dampak buruk terhadap lingkungan karena sifatnya yang tidak lapuk ketika dibuang sehingga mengurangi efisiensi pembuangan sampah.

Perkembangan plastik di Indonesia sangat pesat pada dua dekade terakhir dengan merambah hampir disemua jenis kebutuhan manusia. Perkembangan ini akhirnya memberikan dampak positif dan dampak negatif. Dampak positif ditandai oleh adanya kemajuan pada berbagai bidang yang dapat meningkatkan pendapatan penduduk sedangkan dampak negatifnya berupa terjadinya pencemaran lingkungan. Pencemaran ini terutama terjadi di kota-kota besar berupa limbah khususnya limbah plastik.

Berdasarkan data dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (1998), plastik menempati urutan ketiga setelah sampah organik dan kertas (As-Syakur, 2007). Menurut Kantor Negara Lingkungan Hidup (2008), plastik bahkan menempati urutan kedua setelah sampah dapur/organik (Umar, 2009). Meski dari segi jumlah tidak tergolong banyak, namun limbah plastik merupakan masalah lingkungan terbesar karena materialnya tidak mudah terurai di alam dan apabila

dibakar akan menimbulkan asap yang membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Selama ini memang telah ada upaya untuk mendaur ulang plastik yang dilakukan oleh pemulung dan industri pendaur ulang plastik, namun tidak semua limbah tertangani (Redaksi chem-is-try.org, 2003). Pemanfaatan limbah plastik merupakan upaya menekan pembuangan plastik seminimal mungkin yang dapat dilakukan dengan pemakaian kembali (*reuse*) maupun daur ulang (*recycle*).

Jumlah plastik yang digunakan oleh masyarakat Indonesia sekitar 50% merupakan produk kemasan sekali pakai. Pada umumnya tidak semua jenis plastik dipungut oleh pemulung untuk di daur ulang. Jenis – jenis sampah plastik yang telah di daur ulang ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1 Jenis – jenis sampah plastik yang telah di daur ulang

No	Jenis Sampah Plastik	Sumber Plastik	Produk Daur Ulang
1	Acrylic	Pulpen, sen kendaraan	Toples, tatakan/tutup gelas
2	AS sen	Tempat kosmetik, sikat gigi	Nampan, korek gas, toples
3	Chip tali	Springbed	Rambut boneka
4	Duragon	Roda kaset, tempat pita kaset	Roda kaset
5	HD ember	Ember, krat minuman, gayung, ember cat	Centong, tempat sabun, piring
6	HD Blowing	Botol sampo, botol oli, drum plastik	Celengan, botol plastic
7	HD hitam	Ember hitam	Ember, roda mobil mainan
8	Hd tikar	Tikar plastik	Ember, piring, rolan kabel
9	Hd butek	Saringan, ember	Corongan, tempat sayuran. Tempat sambal
10	PVC selang	Selang	Sandal, sepatu boot
11	PVC botol	Botol baygon, soklin	Celengan, botol
12	PVC Blue band	Blue band	Botol, celengan, toples
13	PP kadus	Kardus lembaran PP	Ember, gayung, piring
14	PP ember cat	Ember cat	Thermos, gayung
15	PP tali	Strapping band	Cangkir, gelas, tali raffia

Dari data Tabel 1 menunjukkan bahwa limbah plastik PET selama ini belum di daur ulang. Berdasarkan uraian di atas, maka diupayakan melakukan berbagai penelitian tentang material alternatif dalam rangka memenuhi kebutuhan pembangunan konstruksi dengan memanfaatkan limbah plastik sehingga pencemaran lingkungan dapat teratasi. Penelitian tentang pemanfaatan limbah plastik telah banyak dilakukan, salah satunya di Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada (2008-2009), kuat lentur balok beton dengan menggunakan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET). Melihat hal tersebut maka sangat penting untuk melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kelenturan yang di hasilkan antara *pellet* plastik dengan mortar beton. Uraian diatas menjadi latar belakang untuk melakukan penelitian di laboratorium dan menuliskannya dalam bentuk tugas akhir yang berjudul:

“Kuat lentur balok beton dengan Menggunakan Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai Pengganti Agregat Kasar”

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas maka dapat ditarik suatu rumusan masalah:

1. Bagaimana pengaruh *pellet* plastik jenis *Polyethylene Terephthalate*(PET) sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat lentur balok beton dengan persentase 20%, 40%, dan 100% terhadap volume agregat kasar?
2. Bagaimana perbandingan antara berat volume dan kuat lentur balok beton, terhadap beton normal dan beton yang menggunakan *pellet* plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai pengganti agregat kasar?

3. Apakah beton dengan bahan pengganti pellet plastik jenis PET mampu menyamai kuat lentur balok beton normal?

C. Tujuan Penelitian

Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh *pellet* plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat lentur balok beton dengan persentase sebesar 20%, 40%, dan 100% terhadap volume agregat kasar.
2. Untuk mengetahui perbandingan antara berat volume dan kuat lentur balok beton, terhadap beton normal dan beton yang menggunakan *pellet* plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai pengganti agregat kasar.
3. Mengupayakan penggunaan beton dengan bahan pengganti PET sebagai beton non structural dan dinding pembatas.

D. Manfaat Penelitian

- 1) Dengan adanya kajian ini, diharapkan bisa memberi pemahaman dan menambah wawasan sehingga menjadi referensi mengenai pengaruh penggunaan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai pengganti agregat kasar, terhadap kuat lentur balok beton.
- 2) Diharapkan kedepannya di masa yang akan datang, biaya produksi beton ringan akan lebih murah jika menggunakan bahan pengganti agregat kasar dari plastik.

- 3) Dengan penggunaan plastik sebagai material pengganti agregat kasar diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat sampah plastik.
- 4) Sebagai bahan informasi tentang proses daur ulang plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Struktur beton dapat didefinisikan sebagai bangunan beton yang terletak diatas tanah yang menggunakan tulangan atau tidak menggunakan tulangan (ACI 318-89, 1990: 1-1).

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari suatu material hasil dari campuran semen (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, airdan kadang-kadang dengan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) yang bervariasi. Semen dan air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi dan penguat, dan serat bahan tambah untuk memperbaiki sifat beton (Mulyono, 2003)

Sifat-sifat utama beton umumnya ialah kekuatan (*strength*), sifat mudah dikerjakan/kelecekan (*workability*), dan daya tahan (*durability*). Beton mempunyai kuat tekan yang relatif tinggi dibandingkan dengan kuat lenturnya. Nilai kuat lenturnya hanya berkisar 8–15 % dari kuat tekannya, sehingga dalam penggunaan umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang bekerja sama dengan beton dan mampu membantu kelemahannya terutama pada bagian yang menahan gaya lentur.

Beton normal menurut balitbang kimpraswil (2003) adalah beton yang mempunyai berat isi 2200–2500 kg/m³. Beton di klasifikasikan atas beberapa jenis yang di tunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Jenis beton berdasarkan kuat tekannya (Tjokrodimulko, 2007)

Jenis Beton	Kuat Tekan(MPa)	Tujuan Konstruksi
Beton sederhana	$\leq$	Non-struktur
Beton Normal (beton biasa)	15-30	Struktur, bagian struktur penahan beban
Beton prategang	30-40	Balok prategang, tiang pancang
Beton kuat tekan tinggi	40-80	Struktur khusus
Beton kuat tekan sangat tinggi	>80	Struktur khusus

Tabel 3 Jenis beton berdasarkan berat jenisnya (Tjokrodinulko, 2007)

Jenis Beton	Berat Jenis(kg/m ³)	Tujuan Konstruksi
Beton sangat ringan	<1000	Non-struktur
Beton ringan	1000-2000	Struktur ringan
Beton normal (beton biasa)	2300-2500	Struktur
Beton berat	>3000	Perisai sinar-X

B. Beton Ringan

1. Pengertian Beton Ringan

Di dalam bidang ilmu teknologi beton dikenal adanya istilah beton ringan (*light weight concrete*). Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, seperti: menggunakan agregat ringan (*fly ash*, batu apung, *expanded polystyrene* – EPS, dan lain-lain), campuran antara semen, silica, pozollan, dan lain-lain (dikenal dengan nama *aerated concrete*) atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara (dikenal dengan nama *foamed concrete* atau *cellular concrete*).

Beton ringan menggunakan agregat ringan dengan porositas yang tinggi sehingga mempunyai berat jenis yang rendah. Agregat ringan ini hasil dari

pengolahan limbah sesuai dengan syarat yang sudah ditetapkan. Dalam penelitian ini akan digunakan agregat ringan buatan berasal dari limbah botol plastik yang mempunyai logo PET .

2. Jenis-jenis Beton Ringan

Menurut Balitbang Kimpraswil (2003b), beton ringan yaitu beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat kasar dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus dengan ketentuan tidak boleh melampaui ketentuan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural. Pemilihan jenis agregat ringan untuk konstruksi beton ringan didasarkan pada kuat tekan dan atau berat isi beton ringan yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Batasan beton ringan menurut Neville dan Brooks (1987) yaitu dengan berat jenis dibawah 1800 kg/m^3 . Jenis – jenis beton ringan menurut Neville dan Brooks (1987) berdasarkan berat jenis dan kuat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4 Jenis konstruksi beton ringan berdasarkan kuat tekan, berat isi dan agregat penyusunannya (Balitbang Kimpraswil, 2003b)

Konstruksi beton ringan	Beton ringan		Jenis agregat ringan
	Kuat tekan (Mpa)	Berat isi (kg/m ³)	
Struktural			agregat yang dibuat melalui proses pemansan dan batu serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau abu terbang
- Minimum	17,24	1400	
- Maksimum	41,36	1850	
Struktural ringan		800	agregat ringan alam seperti scoria atau batu apung
- Minimum	6,89		
- Maksimum	17,24	1400	
Struktural sangat ringan, sebagai Isolasi	-	800	Permit atau vermikulit
- Maksimum			

Tabel 5 Jenis beton ringan berdasarkan besar jenis dan kuat tekannya (Neville dan Brooks, 1987)

Jenis beton ringan	Berat jenis (kg/m ³)	Kuat tekan (Mpa)
Beton ringan struktural (structural lightweughth concretes)	1400 -1800	> 17
Beton ringan untuk pemasangan batu (masonry concrete)	500 - 800	7 - 14
Beton ringan penahan panas (insulating concrete)	< 800	0,7 – 7

C. Kuat lentur balok beton

Kekuatan lentur merupakan salah satu kinerja utama beton. Pengujian kuat lentur balok beton disyaratkan dalam SNI 03-2834-2002. Pengujian lentur menggunakan mesin uji lentur dengan jarak tumpu 30 cm dan beban lentur pada bagian tengahnya. Bidang patahnya diukur tebalnya dan dihitung tebal rata-ratanya. Kuat lentur dari hasil tiap-tiap benda uji dihitung rata-ratanya.

Pengujian lentur bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur beton dengan benda uji berupa balok berukuran 10x10x40 cm. Pembebanan dapat dilakukan pada $\frac{1}{2}$ bentang atau $\frac{1}{3}$ bentang untuk mendapatkan lentur murni tanpa gaya geser. Besarnya beban P yang dicatat pada pengujian ini ialah beban pada saat benda uji balok patah.

D. Material Plastik

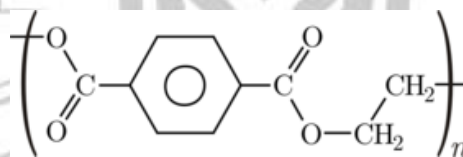
1. Pengertian Plastik

Plastik merupakan material yang terbentuk melalui polimerisasi sintesis atau semi-sintesis yang sangat sukar terurai oleh lingkungan. Komponen utama

plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer, Polimer merupakan gabungan dari beberapa monomer yang akan membentuk rantai yang sangat panjang yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer".

2. Plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Polyethylene Terephthalate (disingkat PET, PETE atau dulu PETP, PETP) adalah suatu resin polimer plastik termoplast dari kelompok poliester. PET banyak diproduksi dalam industri kimia dan digunakan dalam serat sintesis, botol minuman dan wadah makanan, aplikasi *thermoforming*, dan dikombinasikan dengan serat kaca dalam resin teknik. PET merupakan salah satu bahan mentah terpenting dalam kerajinan tekstil.



Gambar 1. Model ikatan kimia *Polyethylene Terephthalate*

PET dapat berwujud transparan atau sebagai bahan semi-kristal yang putih dan tidak transparan, tergantung kepada proses dan riwayat termalnya. Monomernya dapat diproduksi melalui esterifikasi asam *tereftalate* dengan *etilen glikol*, dengan air sebagai produk sampingnya. Monomer PET juga dapat dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi *etilen glikol* dengan *dimetil tereftalate* dengan metanol sebagai hasil samping. Polimer PET dihasilkan melalui reaksi polimer asikondensasi dari monomernya. Reaksi ini terjadi sesaat setelah

esterifikasi/transesterifikasinya dengan *etilen glikol* sebagai produk samping (dan *etilen glikol* ini biasanya didaur ulang).

Kebanyakan (sekitar 60%) dari produksi PET dunia digunakan dalam serat sintetis, dan produksi botol mencapai 30% dari permintaan dunia. Dalam penggunaannya di bidang tekstil, PET biasanya disebut dengan *poliester* saja. (http://id.wikipedia.org/wiki/Polietilena_tereftalat, accessed on Desember 2011)

Tabel 6 Sifat-sifat mekanik dan fisik PET secara umum (Stevens, 1989)

No	Sifat mekanik dan fisik	Nilai/satuan
1	Specific gravity	1,3
2	Tensile (kekuatan tarik/tegangan maksimum)	4,8 - 72 (MPa)
3	Modulus Elastisitas	2760 - 4140 (MPa)
4	Elongasi (regangan/perpanjangan)	50 - 300 %
5	Kekuatan kompresif/tekan	76 - 103 (MPa)
6	Kekuatan fleksur	96 - 124 (MPa)
7	Kekuatan impak	0,14 - 0,37 (N/cm)
8	Titik leleh	267° C
9	Suhu transisi glass (Tg)	69 ° C
10	Density	1,41 gr/cm ³

Ada 3 (tiga) jenis plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET), yaitu :

- PET biasa tanpa laminasi
- PET yang mengkerut jika kena panas
- PET yang dilaminasi untuk kemasan vakum.

Sifat-sifat plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) adalah :

- Tembus pandang (transparan), bersih dan jernih
- Permeabilitasnya terhadap uap air dan gas rendah
- Tahan terhadap pelarut organik seperti asam-asam organik dari buah-buahan sehingga dapat digunakan untuk mengemas minuman sari buah
- Isolator listrik dan konduktor panas yang buruk

- e. Dalam jangka lama sinar ultraviolet mempengaruhi struktur kimia plastik
- f. Ketika dipanaskan akan meleleh dan kembali mengeras bila didinginkan.
Sifat ini disebut dengan reversible dan mempunyai kelenturan yang baik
- g. Tidak tahan terhadap asam kuat, fenol dan benzil alkohol.
- h. Kuat dan tidak mudah sobek
- i. Tidak mudah dikelim dengan pelarut
- j. Tidak beracun

E. Penggunaan Limbah Plastik sebagai Material Bangunan

Jumlah penduduk Indonesia telah meningkat menjadi hampir dua kali lipat selama 25 tahun terakhir. Akibat dari semakin bertambahnya tingkat konsumsi masyarakat serta aktivitas lainnya adalah bertambahnya pula buangan/limbah yang dihasilkan, yang bisa membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Pemanfaatan limbah plastik merupakan upaya menekan pembuangan plastik seminimal mungkin dan dalam batas tertentu menghemat sumber daya dan mengurangi ketergantungan bahan baku impor. Pemanfaatan limbah plastik dapat dilakukan dengan pemakaian kembali (*reuse*) maupun daur ulang (*recycle*). Kombinasi/pencampuran limbah plastik kedalam beton adalah salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang dapat kita dilakukan guna mengurangi limbah plastik di Indonesia.

Telah dilakukan berbagai penelitian tentang penggunaan limbah plastik yang relatif ringan dan mempunyai karakteristik tertentu sebagai bahan pengganti agregat kasar di dalam campuran beton. Penelitian-penelitian terdahulu memiliki

kekhasan tersendiri, misalnya pemanfaatan berbagai jenis sampah plastik tanpa pemilahan, penggunaan 1 jenis sampah plastik tertentu, dan penggunaan dua jenis plastik yang digabung dengan komposisi tertentu. Perbedaan lain dari penelitian tersebut adalah komposisi *pellet* plastik di dalam campuran beton, ukuran dan gradasi *pellet* plastik yang digunakan, serta metode perancangan campuran (*mix design*). Tujuan penelitian tersebut adalah untuk mengetahui berat jenis, kuat tekan dan modulus elastisitas, kuat tarik belah, dan kuat lentur balok beton yang menggunakan *pellet* plastik.

Penelitian yang dimaksud, diantaranya:

1. Penelitian Herwanto (2008) tentang penggunaan limbah plastik jenis *polyethylene terephthalate* (PET) yang berasal dari botol plastik minuman yang didaur ulang menjadi *pellet*, dengan kuat tekan rencana beton normal 30 MPa. Bentuk *pellet* plastik berupa prisma segitiga dengan ukuran sisi-sisi ± 2 cm, sehingga gradasinya seragam. Metode pengujian menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI). Perbandingan proporsi *pellet* plastik adalah 10% 20% dan 100% terhadap volume agregat kasar. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan modulus elastisitas dilakukan pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar persentase *pellet* di dalam beton, maka berat dan kekuatan beton semakin turun. Beton yang dihasilkan dikategorikan sebagai beton ringan atau beton ringan struktural.
2. Penelitian Kurnia (2008) yang melakukan penelitian tentang limbah plastik *polyethylene terephthalate* (PET) yang berasal dari botol plastik minuman

dengan kuat tekan rencana beton normal 30 MPa. Bentuk *pellet* plastik berupa kubus dengan ukuran sisi-sisi ± 2 cm sehingga gradasinya seragam. Perbandingan proporsi *pellet* plastik adalah 10%, 20%, dan 100% terhadap volume agregat kasar. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas dilakukan pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar persentase *pellet* plastik di dalam beton, maka berat dan kekuatan beton semakin turun. Beton yang dihasilkan digolongkan sebagai beton ringan atau beton ringan struktural

3. Berdasarkan penelitian Pratikto (2010) yang menggunakan limbah plastik jenis PET yang didaur ulang menjadi bentuk angular, dengan tekstur permukaan kasar dan gradasi tidak seragam, sehingga menyerupai batu pecah. Rancangan komposisi campuran beton ringan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk beton ringan, dimana agregat batu apung diganti dengan agregat dari limbah plastik. Selain bahan utama pembuatan beton, digunakan pula bahan tambah/adiktif yakni *Sika Cim*. Sifat fisis dan mekanis beton ringan yang menggunakan limbah plastik jenis PET sebagai pengganti agregat kasar disesuaikan dengan peraturan yang ada.

Beberapa penelitian tersebut di atas menunjukkan bahwa belum pernah dilakukan penelitian tentang penggunaan *pellet* plastik jenis PET sebagai pengganti agregat kasar di dalam beton yang didaur ulang menggunakan mesin peleleh, dengan gradasi yang bervariasi, tanpa penggunaan bahan tambah, serta menggunakan rancangan campuran berdasarkan SNI untuk beton normal. Dan

dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar persentase *pellet* plastik di dalam beton, maka berat dan kekuatan beton semakin turun.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu penelitian dilakukan pada bulan April 2012-Juli 2012.

B. Alat dan Bahan

Secara umum yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Cetakan benda uji balok ukuran; $t = 10 \text{ cm}$, $l = 10 \text{ cm}$, $p = 40 \text{ cm}$
2. *Slump test*
3. Molen
4. Mesin penggetar
5. Alat uji kuat lentur
6. *Concrete mix*
7. Alat pembuat *pellet*

Sedangkan bahan yang digunakan adalah:

1. Agregat halus (pasir) Bili-bili
2. Agregat kasar Bili-bili
 - a. Kerikil
 - b. Plastik jenis PET
3. Semen PC type I
4. Air PDAM

C. Prosedur Penelitian

1. Persiapan material

Persiapan dilakukan untuk semua material yang akan digunakan dalam campuran beton, meliputi semen, air, pasir, batu pecah, dan sampah plastik yang akan diolah menjadi *pellet*. Semen, pasir, air, dan batu pecah yang digunakan berasal dari sekitar kota Makassar dan benda uji beton yang akan dibuat bukan jenis khusus sehingga bahan-bahan tersebut dinilai telah memenuhi.

Sampah plastik dapat diperoleh di tempat pengumpul sampah. Sampah plastik jenis PET sangat mudah dikenali karena sudah sangat umum digunakan di masyarakat. Setelah memperoleh jenis plastik yang dimaksud, maka dimulai proses penbersihan, pencacahan, dan pemanasan/pelelehan hingga terbentuk *pellet* plastik, yang dilakukan di industri peleleh plastik.

a. Pengumpulan

Dilakukan pengumpulan limbah plastik yang ada disekitar kita, khusus jenis PET (botol air minum kemasan).

b. Penyortiran (pemisahan)

Pemisahan (penyortiran) ini dilakukan untuk memisahkan limbah jenis plastik PET dan warnanya. Proses ini bisa dilakukan secara manual agar dapat memperoleh limbah plastik yang diinginkan.

c. Pencucian

Setelah disortir, plastik dicuci terlebih dahulu, agar terlihat bersih dari kotoran, bau, zat kimia, zat organik, dan lain-lain.

d. Pemotongan

Setelah dicuci bersih, plastik di potong kecil-kecil terlebih dahulu untuk memudahkan proses pelelehan plastik.

e. Pengeringan

Setelah tercuci bersih dan telah berukuran kecil, plastik lalu dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur atau diangin-anginkan sebelum dilakukan pelelehan. Tujuannya untuk membuat plastic tersebut mempunyai kadar air yang rendah.

f. Pelelehan

Proses ini bertujuan untuk melelehkan plastik yang telah bersih dan kering, sehingga dapat dibentuk dengan mudah sesuai dengan ukuran yang kita inginkan.

g. Pencetakan

Plastik yang telah dilelehkan langsung dituang dalam cetakan yang telah dibuat dan dirancang sesuai ukuran agregat yang ditentukan.

h. Pencacahan

Tujuannya adalah untuk membentuk ukuran plastik sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan, sehingga ukuran maksimum agregat dapat memenuhi standar yang ditetapkan.

i. *Pellet* plastik

Dari plastik yang telah dicacah, maka diperoleh *pellet* plastik yang siap menjadi bahan baku dalam campuran beton.



Gambar 2. *Pellet* PET

Adapun sifat – sifat fisik dari *Pellet* yaitu :

1. Permukaannya halus, tidak berpori, dan licin.
2. Getas.
3. Memiliki titik leleh 267°C .
4. Persentasi keausannya 31.19 %.
5. Memiliki daya serap yang rendah.
6. Berwarna putih tulang

2. Pemeriksaan/pengujian material

Pemeriksaan material yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi pemeriksaan terhadap bahan pengisi beton yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah dan *pellet* plastik). Prosedur pemeriksaan terhadap *pellet* plastik sama dengan yang dilakukan terhadap batu pecah karena fungsinya sebagai material pengganti di dalam adukan beton. Tujuannya untuk mengetahui karakteristik bahan penyusun beton tersebut. Prosedur pemeriksaan agregat mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang diterbitkan oleh Balitbang Kimpraswil (2003b). Sedangkan pengujian semen dan air hanya secara visual.

Pengujian agregat meliputi pengujian berat isi agregat, pengujian analisis saringan agregat, analisa gradasi agregat campuran (pasir dan batu pecah), pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat, pengujian ketahanan aus agregat kasar dengan mesin abrasi Los Angeles, pengujian butiran yang lolos saringan nomor 200 (0,075 mm), dan pengujian kandungan organik di dalam agregat halus.

3. Perancangan campuran adukan beton (*mix design*)

Perancangan campuran adukan beton dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya sesuai dengan bahan dasar yang tersedia dan keinginan pembuat bangunan, yaitu kuat tekan yang disyaratkan, mudah dikerjakan, awet dan murah. Setelah memperoleh data-data karakteristik agregat melalui pengujian agregat maka data-data untuk rancangan campuran adukan beton normal telah tersedia. Langkah-langkah perancangan campuran adukan beton normal didasarkan pada tata cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2002) yang diterbitkan oleh Balitbang Kimpraswil (2003b)

Rancangan campuran beton plastik pada dasarnya sama dengan rancangan campuran beton normal, hanya pada plastik volume batu pecah digantikan oleh *pellet* plastik dalam persentase tertentu. Variasi benda uji berdasarkan volume *pellet* di dalam campuran beton sebesar 20%, 40%, dan 100%, terhadap volume batu pecah. Berat *pellet* dan bahan beton lainnya, dihitung dari jumlah bahan dalam satuan berat (kg) yang dikonversi ke dalam satuan volume (liter) menggunakan persamaan (1). Volume *pellet* dan bahan beton lainnya kemudian dikonversi kembali dalam satuan berat yang akan digunakan pada saat menakar bahan campuran beton menggunakan persamaan (2).

$$\text{Volume batu pecah} = \text{berat batu pecah} / \text{berat satuan batu pecah} \quad \dots(1)$$

$$\text{Berat plastik} = (\% \text{ pellet volume batu pecah }) \times \text{berat satuan pellet} \quad \dots(2)$$

4. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji meliputi proses pencampuran bahan-bahan pembentuk beton, pengadukan, dan pencetakan di dalam cetakan balok .

Pengujian beton dalam keadaan segar dan sebelum proses pencetakan meliputi pengujian *slump* dan berat isi beton segar. Pengujian slump bertujuan untuk mengukur kelecakan beton segar sekaligus untuk memperkirakan tingkat kemudahan pengerjaan beton tersebut. Pengujian berat volume beton segar dimaksudkan dengan berat isi secara analitis yang diperoleh dalam perancangan campuran adukan beton,

Untuk membuat benda uji, harus diketahui dimensi dan jumlah benda uji pada setiap variasi beton dan jenis pengujian. Hasil perhitungan bahan untuk 1 meter kubik beton disesuaikan dengan jumlah benda uji pada Tabel 7.

Tabel 7 Variasi campuran pengganti agregat kasar

Variasi	Jenis pengujian	Benda uji	Jumlah
BN	PC + Ps + batu pecah		
BP 20%	Kuat lentur	Balok	4 buah
BP 40%	Kuat lentur	Balok	4 buah
BP 100%	Kuat lentur	Balok	4 buah

5. Perawatan Benda Uji

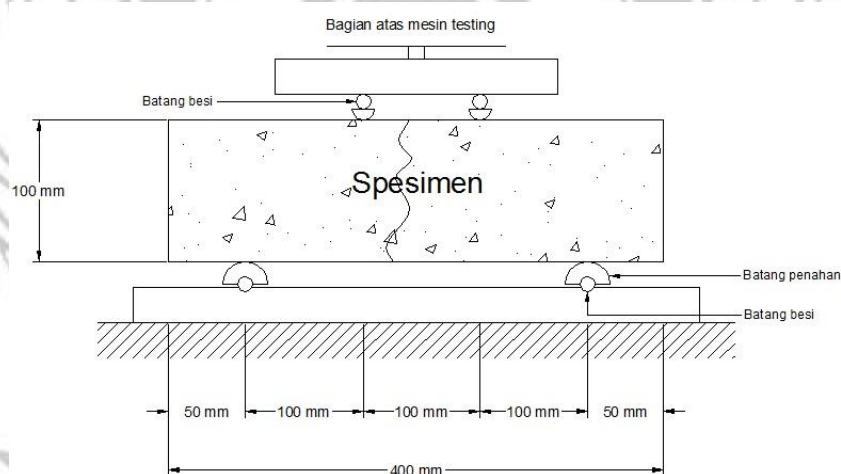
Perawatan benda uji di laboratorium dilakukan dengan cara merendamnya di dalam bak perendaman selama 26 hari. Kemudian di angkat dari bak perendaman dan didiamkan selama 1 hari pada suhu ruang untuk kemudian dilakukan pengujian.

6. Pengujian kuat lentur balok beton

Kuat lentur balok beton (*Modulus Of Rupture*) dihitung dengan persamaan

(3)

$$(R = \frac{P.L}{bd^2}) \quad \text{.....(3)}$$

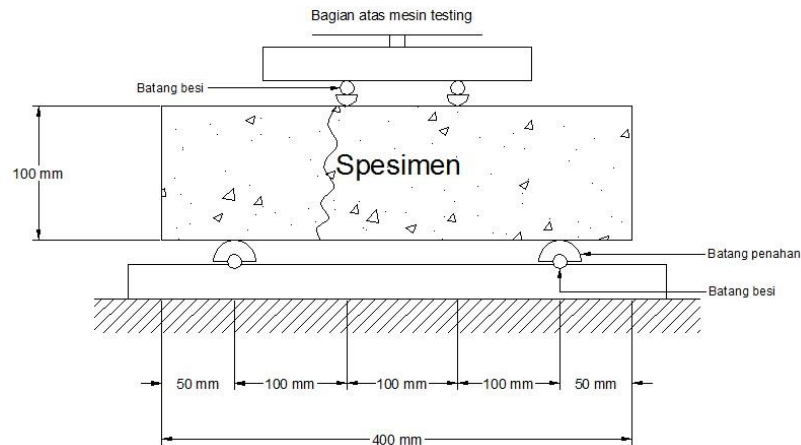


Gambar 3. Pengujian kuat lentur retak di tengah bentang

Persamaan diatas digunakan dila terjadi keruntuhan di tengah bentang. Jika keruntuhan terjadi pada bagian tarik diluar tengah bentang digunakan persamaan

(4)

$$(R = \frac{3Pa}{bd^2}) \quad \text{.....(4)}$$



Gambar 4. Pengujian kuat lentur retak di 1/3 bentang

Dimana :

R = *Modulus Of Rupture*

P = beban maksimum yang terjadi

L = Panjang bentang

b = Lebar spesimen

d = Tinggi spesimen

a = Jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik spesimen

Kuat lentur rata-rata perlu, jika pelaksanaan tidak mempunyai pengalaman dan tidak tersedia, maka untuk menetapkan nilai tambah (SNI 03-2847-2002) dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini:

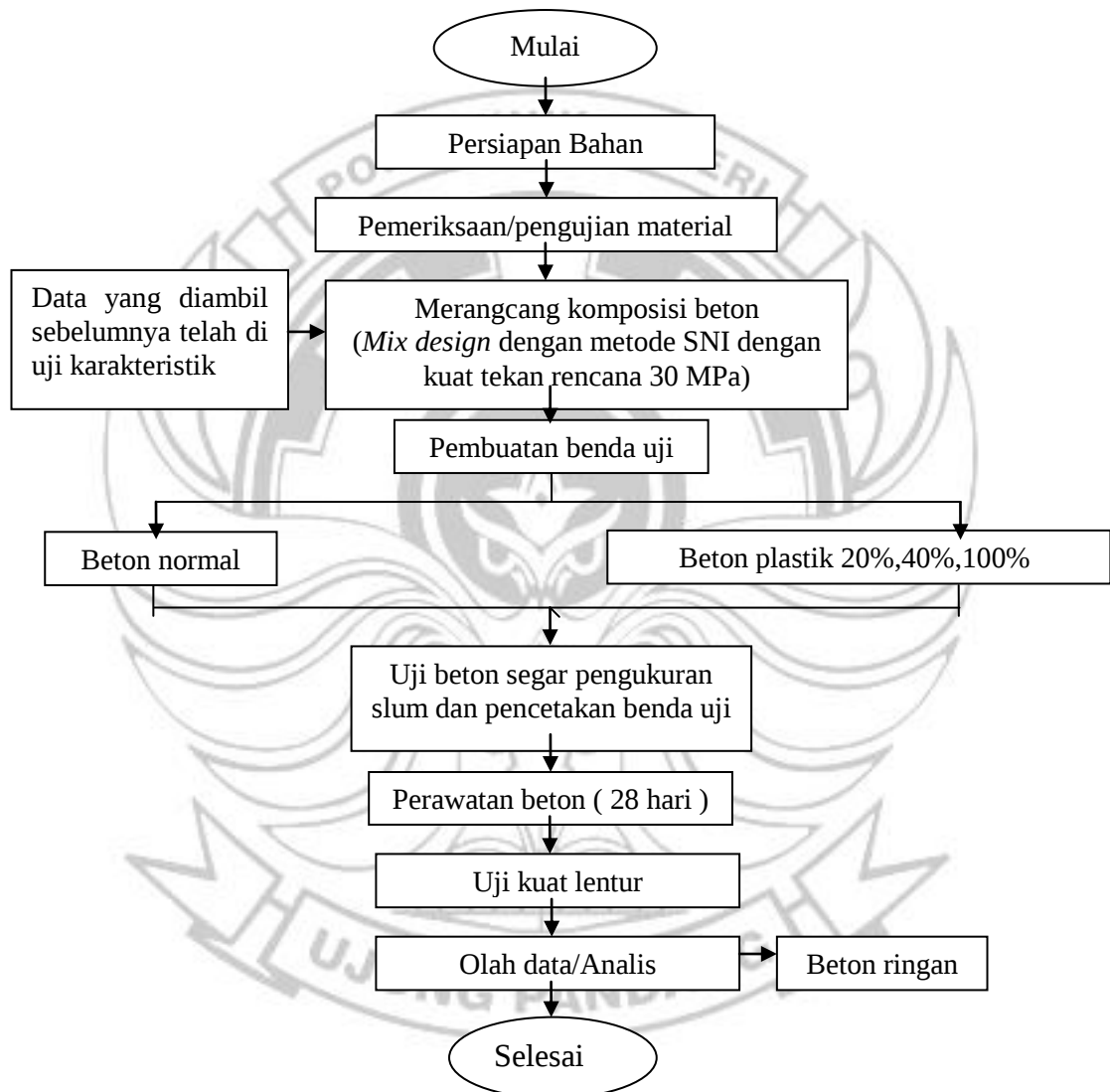
Tabel 8 Nilai tambah jika pelaksanaan tidak mempunyai pengalaman

Persyaratan kekuatan lentur f'_c (MPa)	Kuat lentur rata – rata perlu, f'_{cr} (MPa)
Kurang dari 21	$f'_c + 7,0$
21 sampai dengan 35	$f'_c + 8,5$
Lebih dari 35	$f'_c + 10,0$

D. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data kuat lentur dilakukan dengan metode statistik untuk mencari kuat lentur balok beton.

Prosedur penelitian dapat digambarkan melalui diagram alir pada gambar 4.



Gambar 5. Bagan alir kegiatan penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah kami lakukan maka dari penelitian terhadap benda uji beton berbetuk balok dengan menggunakan menggunakan *pellet* plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang berasal dari botol plastik minuman yang di daur ulang menjadi *pellet*, dengan kuat lentur rencana beton normal 30 MPa. Perbandingan proporsi *pellet* plastik adalah 0%, 20%, 40% dan 100% terhadap volume agregat kasar, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pengaruh kuat lentur dengan melakukan penambahan prosentase *pellet* plastik yang semakin besar, maka akan menimbulkan penurunan terhadap kuat lentur balok beton. Adapun nilai uji lentur rata-rata (f'_{cr}) masing – masing variasi: BN = 6,90 MPa, BP1 = 6,85 MPa, BP2 = 6,84 MPa, dan BP3 = 4,22 MPa
2. Penelitian menunjukkan bahwa pengujian yang dilakukan pada umur 28 hari. Terlihat bahwa semakin besar proporsi *pellet* di dalam beton, maka berat volume dan kekuatan beton semakin menurun. Beton yang dihasilkan dikategorikan sebagai beton ringan non struktural.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah kami lakukan, maka dari penelitian tersebut kami dapat menyarankan bahwa:

1. Perlunya penelitian lain dan lebih lanjut pada penggunaan *pellet* plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET), dan juga beberapa variasi pembanding dan juga metode-metode yang dilakukan
2. Perlunya penanganan limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang berasal dari botol plastik bagi industri dari segi pemanfaatannya sehingga dapat menguntungkan masyarakat dari perekonomian dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan
3. Walaupun dari segi kuat lentur semakin mengalami penurunan, tetapi memiliki kelebihan dari sisi berat beton itu sendiri. Sehingga dapat dipakai dalam mengurangi berat gedung itu sendiri.
4. Meskipun terjadi penurunan nilai kuat lentur pada beton plastik, namun nilai tersebut masih berada dalam batas yang disyaratkan untuk di jadikan beton non struktural.
5. Perlu ada penelitian lebih lanjut mengenai beton plastik digunakan untuk beton struktural.

DAFTAR PUSTAKA

- As-Syakur. 2007. *Potensi Sampah Kota Sebagai Sumber Bahan Organik*.(Online), (<http://mbojo.wordpress.com>, diakses 22 April 2009).
- Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003a. *Metoda, Tata Cara dan Sfesifikasi, Bagian 2: Batuan Sedimen, Agregat*. Jakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003b. *Metoda, Tata Cara dan Spesifikasi, Bagian 3: Beton, Semen, Perkerasan Jalan Beton Semen*. Jakarta.
- Iswanto, A. H. 2006. *Polimer Komposit*, Universitas Sumatra Utara, Medan. (Online), (<http://library.usu.ac.id> diakses April 2009).
- Jurusan Teknik Kimia. 2006, *Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis Polipropilen dalam Pembuatan Beton Polimer*. Politeknik Negeri Sriwijaya.(Online), (www.contain.htm, diakses November 2008).
- Kurnia, Tatang. 2008. *Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terephyhalate (PET) sebagai Agregat Kasar Berbentuk Kubus pada Beton Normal dengan Kuat Tekan Rencana 30 MPa*. Laporan Tugas Akhir. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Neville, A. M. dan J.J. Brooks. 1987. *Concrete Technology*. England: Longman Scientific dan Technical.
- Pratikto. 2010. *Beton Ringan Ber-agregat Limbah Botol Plastik Jenis PET (Polyethylene Terephyhalate)*. Seminar nasional Teknik Sipil 2010. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Stevens, M. 1989. *Kimia Polimer*. Terj. Sopyan, I. Jakarta: PT. Pradya Paramita.
- Sucipto Dani Cecep, T. 2012. *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.

The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is a circular emblem. At the top, a banner reads "POLITEKNIK NEGERI". In the center is a stylized eagle with spread wings, perched on a book. At the bottom, another banner reads "UJUNG PANDANG".

LAMPIRAN 1

HASIL PENGUJIAN

KARAKTERISTIK

AGREGAT



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

0411-585365, 585367, 585368 Fax. 0411-586043

E-mail : pnu@poliupg.ac.id

Home Page : http://www.poliupg.ac.id



PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat halus
(pasir) Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 23-24 April 2012
Syarat : 3%-
5% Data hasil pengujian :

Uraian	Satuan	Pengujian	
		I	II
Berat basah pasir (A)	gr	2000	2000
Berat kering oven pasir (B)	gr	1985.5	1923.2
Kadar air = $(A-B) \times 100\%$	%	1.45	7.68
Kadar air rata – rata	%	4.57	

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (batu
pecah) Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 23-24 April 2012
Syarat : 0,5%-
2% Data hasil pengujian :

Uraian	Satuan	Pengujian	
		I	II
Berat basah batu pecah (A)	gr	1500	1500
Berat kering oven batu pecah (B)	gr	1488.6	1489.7
Kadar air = $(A-B) \times 100\%$	%	1.14	1.03
Kadar air rata – rata	%	1.09	

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (*pellet*
plastik) Sumber material : Makassar
Tanggal pengujian : 23-24 April 2012
Data hasil pengujian :

Uraian	Satuan	Pengujian	
		I	II
Berat basah <i>pellet</i> (A)	gr	1500	1500
Berat kering oven <i>pellet</i> (B)	gr	1499.7	1499.9
Kadar air = $(A-B) \times 100\%$	%	0.03	0.01
Kadar air rata – rata	%	0.02	

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



PENGUJIAN BERAT VOLUME AGREGAT

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat halus (pasir)
Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 23-24 April 2012
Syarat : 1,4kg/ltr-1,9kg/ltr
Data hasil pengujian :

Uraian	Satuan	Lepas		Padat	
		I	II	I	II
Benda uji (A)	gr	3674.2	3750.6	4451.3	4546.4
Berat volume = (A/B)	kg/ltr	1.23	1.25	1.48	1.52
Volume wadah (B)	ltr	2998.68	2998.68	2998.68	2998.68
Berat volume rata – rata	kg/ltr	1.24		1.50	
Berat volume agregat	kg/ltr	1.37			

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (batu pecah)
Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 23-25 April 2012
Syarat : 1,6kg/ltr-1,9kg/ltr
Data hasil pengujian :

Data hasil pengujian					
Uraian	Satuan	Lepas		Padat	
		I	II	I	II
Benda uji (A)	gr	10586.3	10479.9	11956.3	11989.2
Berat volume = (A/B)	kg/ltr	1.51	1.50	1.71	1.71
Volume wadah (B)	ltr	7002.2	7002.2	7002.2	7002.2
Berat volume rata – rata	kg/ltr	1.50		1.71	
Berat volume agregat	kg/ltr	1.61			

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (*pellet* plastik)
Sumber material : Makassar
Tanggal pengujian : 23-24 April 2012
Data hasil pengujian :

Data hasil pengujian					
Uraian	Satuan	Lepas		Padat	
		I	II	I	II
Benda uji (A)	gr	2076.5	2067.0	2263.8	2290.9
Berat volume = (A/B)	kg/ltr	0.69	0.69	0.75	0.76
Volume wadah (B)	ltr	2998.68	2998.68	2998.68	2998.68
Berat volume rata – rata	kg/ltr	0.69		0.76	
Berat volume agregat	kg/ltr	0.73			

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

0411-585365, 585367, 585368 Fax. 0411-586043

E-mail : pnup@poliupg.ac.id

Home Page : http://www.poliupg.ac.id



PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat halus (pasir)
Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 23-25 April 2012
Syarat : BJ = 1,6%-3,3% Penyerapan = 0,2%-2,0%
Data hasil pengujian :

Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	
		I	II
Benda uji kondisi SSD (S)	gr	500	500
Berat piknometer + air + Benda uji (C)	gr	987.0	981.5
Berat piknometer + air (B)	gr	678.2	664.2
Berat benda uji kering oven (A)	gr	491.6	489.8

Parameter	Hasil Pengujian		Rata-rata
	I	II	
Berat jenis curah kering = $A/(B+S-C)$	2.57	2.68	2.63
Berat jenis semu = $A/(B+A-C)$	2.69	2.84	2.76
Berat jenis SSD = $S/(B+S-C)$	2.62	2.74	2.68
Penyerapan = $(S-A)/A \times 100\%$	1.71	2.08	1.90

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (batu pecah)
Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 23-25 April 2012
Syarat : BJ = 1,6%-3,2% Penyerapan = 0,2%-4,0%
Data hasil pengujian :

Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	
		I	II
Berat benda uji kering oven (A)	gr	2441.2	2442.7
Berat benda uji jenuh kering permukaan SSD (B)	gr	2500.5	2500.2
Berat benda uji dalam air (C)	gr	1535.6	1534.3

Parameter	Hasil Pengujian		Rata-rata
	I	II	
Berat jenis curah kering = $A/(B-C)$	2.53	2.53	2.53
Bj. Jenuh curah kering permukaan = $B/(B-C)$	2.59	2.59	2.59
Berat jenis SSD = $A/(A-C)$	2.70	2.69	2.69
Penyerapan = $(B-A)/A \times 100\%$	2.43	2.35	2.39

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Nur Asyiah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (*pellet* plastik)
Sumber material : Makassar
Tanggal pengujian : 23-25 April 2012
Data hasil pengujian :

Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	
		I	II
Berat benda uji kering oven (A)	gr	995.5	997.2
Berat benda uji jenuh kering permukaan SSD (B)	gr	1000	1000
Berat benda uji dalam air (C)	gr	266.1	266.0

Parameter	Hasil Pengujian		Rata-rata
	I	II	
Berat jenis curah kering = $A / (B - C)$	1.356	1.359	1.358
Bj. Jenuh curah kering permukaan = $B / (B - C)$	1.363	1.362	1.362
Berat jenis SSD = $S / (B + S - C)$	1.365	1.364	1.364
Penyerapan = $(S - A) / A \times 100\%$	0.452	0.281	0.366

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



PENGUJIAN KADAR ORGANIK AGREGAT HALUS

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat halus (pasir)
Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 24-25 April 2012
Syarat : $\leq$ No. 3
Data hasil pengujian :

Sampel	Pasir	NaOH		Warna hasil	Warna pembanding	Standar warna yang didapat
	(gr)	(%)	(ml)			
I	100	3%	100	coklat muda	coklat pekat	No. 1
II	100	3%	100	coklat muda	coklat pekat	No. 1

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat halus (pasir)
Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 4-5 Juni 2012
Syarat : 2,2%-3,1%
Berat sampel : 3000 gr
Data hasil pengujian :

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat benda uji (gr)	Berat benda uji 2 (gr)	Berat Rata-rata (gr)	Tertahan Rata-rata (%)	Kumulatif Tertahan Rata-rata	Lolos Rata-rata (%)
4	4.75	60.2	78.3	69.25	2.31	2.31	97.69
8	2.36	203.6	275.9	239.75	7.99	10.30	89.70
16	1.18	534.4	483.0	508.70	16.96	27.26	72.74
30	0.6	1185.3	1164.3	1174.80	39.16	66.42	33.58
50	0.3	662.1	585.0	623.55	20.79	87.20	12.80
100	0.15	252.8	245.7	249.25	8.31	95.51	4.49
Pan	-	101.6	167.8	134.70	4.49	100	0.00
		3000.00	3000.00	3000.00	100.00		

$$\begin{aligned} F \text{ pasir} &= \frac{\Sigma \% \text{ Kumulatif tertahan no. 100 keatas}}{100} \\ &= \frac{95.51 + 87.20 + 66.42 + 27.26 + 10.30 + 2.31}{100} \\ &= 2.89 \% \end{aligned}$$

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (batu pecah)
Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 4-5 Juni 2012
Syarat : 2,5%-8,5%
Berat sampel : 2000 gr
Data hasil pengujian :

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat benda uji (gr)	Berat benda uji 2 (gr)	Berat Rata-rata (gr)	Tertahan Rata-rata (%)	Kumulatif Tertahan Rata-rata	Lolos Rata-rata (%)
¾	19.1	76.6	79.5	78.05	3.90	3.90	96.10
½	12.7	754.9	721.7	738.30	36.92	40.82	59.18
⅜	9.52	756.7	750.5	753.60	37.68	78.50	21.50
¼	6.35	241.2	259.9	250.55	12.53	91.03	8.97
4	4.75	120.1	161.6	140.85	7.04	98.07	1.93
PAN	-	50.5	26.8	38.65	1.93	100.00	0.00
		2000.00	2000.00	2000.00	100		

$$\begin{aligned} F_{\text{pasir}} &= \frac{\sum \% \text{ Kumulatif tertahan no. 4 keatas}}{100} \\ &= \frac{98.07 + 91.03 + 78.50 + 40.82 + 3.90}{100} \\ &= 3.12 \% \end{aligned}$$

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (*pellet* plastik)
Sumber material : Makassar
Tanggal pengujian : 4-5 Juni 2012
Syarat : 2,5%-8,5%
Berat sampel : 2000 gr
Data hasil pengujian :

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat benda uji (gr)	Berat benda uji 2 (gr)	Berat Rata-rata (gr)	Tertahan Rata-rata (%)	Kumulatif Tertahan Rata-rata	Lolos Rata-rata (%)
¾	19.1	1470.6	1432.3	1451.45	71.62	71.62	28.39
½	12.7	299.5	296.1	297.80	14.81	86.42	13.58
⅜	9.52	100.5	101.0	100.75	5.05	91.47	8.53
¼	6.35	61.4	83.0	72.20	4.15	95.62	4.38
4	4.75	51.9	69.4	60.65	3.47	99.09	0.91
PAN	-	16.1	18.2	17.15	0.91	100.00	0.00
		2000.00	2000.00	2000.00	100.00		

$$\begin{aligned} F \text{ pasir} &= \frac{\Sigma \% \text{ Kumulatif tertahan no. 4 keatas}}{100} \\ &= \frac{99.09 + 95.62 + 91.47 + 86.42 + 71.62}{100} \\ &= 4.44 \% \end{aligned}$$

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Nur Aisyah Jafali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



PENGAGBUNGAN AGRAGAT

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (batu pecah) dan Agregat halus (pasir)
Sumber material : Bili-bili
Data hasil pengujian :

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos		Spesifikasi Y1 - Y2
		Pasir (gram)	Krikil (gram)	
¾	19.1	100.00	96.10	100 - 100
½	12.7	100.00	59.18	71 - 95
⅜	9.52	100.00	21.50	45 - 75
¼	6.35	100.00	8.97	39 - 64
4	4.75	97.69	1.93	30 - 50
8	2.36	89.70	0.00	22 - 42
16	1.18	72.74	0.00	15 - 35
30	0.6	33.58	0.00	8 - 28
50	0.3	12.80	0.00	2 - 12
100	0.15	4.49	0.00	0 - 4
PAN	-	0.00	0.00	0 - 0

Perhitungan penggabungan agregat dengan cara analitis

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos		Spesifikasi Y1 - Y2	Minimum a1 (%)	Maksimum a2 (%)
		Pasir (Ya) (gram)	Krikil (Yb) (gram)			
¾	19.1	100.00	96.10	100 - 100	100.00	100.00
½	12.7	100.00	59.18	71 - 95	28.95	87.75
⅜	9.52	100.00	21.50	45 - 75	29.93	68.15
¼	6.35	100.00	8.97	39 - 64	32.99	60.45
4	4.75	97.69	1.93	30 - 50	29.31	50.20
8	2.36	89.70	0.00	22 - 42	24.53	46.82
16	1.18	72.74	0.00	15 - 35	20.62	48.11
30	0.6	33.58	0.00	8 - 28	23.82	83.37
50	0.3	12.80	0.00	2 - 12	15.63	93.76
100	0.15	4.49	0.00	0 - 4	0.00	89.09
PAN	-	0.00	0.00	0 - 0	0.00	0.00

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Irka Tanke Datu, SST., M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



Perhitungan penggabungan agregat dengan cara grafis

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos		Spesifikasi Y1 - Y2	Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (Ya) (gram)	Krikil (Yb) (gram)		Pasir (Ya) 40 %	Krikil (Yb) 60 %	
¾	19.1	100.00	96.10	100 - 100	39.90	57.75	97.65
½	12.7	100.00	59.18	71 - 95	39.90	35.57	75.47
⅜	9.52	100.00	21.50	45 - 75	39.90	12.92	52.83
¼	6.35	100.00	8.97	39 - 64	39.90	5.39	45.30
4	4.75	97.69	1.93	30 - 50	38.98	1.16	40.14
8	2.36	89.70	0.00	22 - 42	35.79	0.00	35.79
16	1.18	72.74	0.00	15 - 35	29.03	0.00	29.03
30	0.6	33.58	0.00	8 - 28	13.40	0.00	13.40
50	0.3	12.80	0.00	2 - 12	5.11	0.00	5.11
100	0.15	4.49	0.00	0 - 4	1.79	0.00	1.79
PAN	-	0.00	0.00	0 - 0	0.00	0.00	0.00

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir

Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



PENGUJIAN KEAUSAN AGRAGAT (MESIN LOS ANGLES)

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (batu pecah)
Sumber material : Bili-bili
Tanggal pengujian : 23-25 April 2012
Syarat : 15%-50%
Data hasil pengujian :

Sampel	Jumlah bola baja (buah)	Ukuran saringan (inchi)		Berat semula (gram)	Total kerikil (gram)	Berat kerikil tertahan saringan no.12 (gram)
1	8	3/4	1/2	2500	5000	4051.8
		1/2	3/8	2500		
2	8	3/4	1/2	2500	5000	4037.8
		1/2	3/8	2500		

$$\text{Keausan 1} = \frac{5000 + 4051.8}{5000} \times 100\% = 18.96$$

$$\text{Rata}^2 = 19.10 \%$$

$$\text{Keausan 2} = \frac{5000 + 4037.8}{5000} \times 100\% = 19.24$$

Proyek : Tugas Akhir
Material : Agregat kasar (*pellet* plastik)
Sumber material : Makassar
Tanggal pengujian : 23-25 April 2012
Syarat : 15%-50%
Data hasil pengujian :

Sampel	Jumlah bola baja (buah)	Ukuran saringan (inchi)		Berat semula (gram)	Total kerikil (gram)	Berat kerikil tertahan saringan no.12 (gram)
1	8	3/4	1/2	1000	2000	1368.7
		1/2	3/8	1000		
2	8	3/4	1/2	1000	2000	1383.6
		1/2	3/8	1000		

$$\text{Keausan 1} = \frac{2000 + 1368.7}{2000} \times 100\% = 31.57$$

$$\text{Rata}^2 = 31.19 \%$$

$$\text{Keausan 2} = \frac{2000 + 1383.6}{2000} \times 100\% = 30.82$$

Mengetahui Kepala Laboratorium Pengujian Beton

Diperiksa Pembimbing Laboratorium Tugas Akhir


Irka Tanke Datu, SST, M.T
NIP. 19730905 200312 2 002


Nur Aisyah Jalali, SST., M.Eng.
NIP. 19690314 200312 2 001



Perhitungan penggabungan agregat dengan cara analitis:

1) Ukuran saringan no. $\frac{3}{4}$

$$Y1 = 100 \%$$

$$Y1 = a1 \times 100 + (1 - a1) \times 96.10$$

$$100 = 100 a1 + 96.10 - 96.10 a1$$

$$100 = 3.90 a1 + 96.10$$

$$3.90 a1 = 3.90$$

$$a1 = 100.00 \%$$

$$Y1 = 100 \%$$

$$Y1 = a2 \times 100 + (1 - a2) \times 96.10$$

$$100 = 100 a2 + 96.10 - 96.10 a2$$

$$100 = 3.90 a2 + 96.10$$

$$3.90 a2 = 3.90$$

$$a2 = 100.00 \%$$

2) Ukuran saringan no. $\frac{1}{2}$

$$Y1 = 71 \%$$

$$Y1 = a1 \times 100 + (1 - a1) \times 59.18$$

$$71 = 100 a1 + 59.18 - 59.18 a1$$

$$71 = 40.82 a1 + 59.18$$

$$40.82 a1 = 11.82$$

$$a1 = 28.95 \%$$

$$Y1 = 95 \%$$

$$Y1 = a2 \times 100 + (1 - a2) \times 59.18$$

$$95 = 100 a2 + 59.18 - 59.18 a2$$

$$95 = 40.82 a2 + 59.18$$

$$40.82 a2 = 35.82$$

$$a2 = 87.75 \%$$

3) Ukuran saringan no. $\frac{3}{8}$

$$Y1 = 45 \%$$

$$Y1 = a1 \times 100 + (1 - a1) \times 21.50$$

$$45 = 100 a1 + 21.50 - 21.50 a1$$

$$45 = 78.50 a1 + 21.50$$

$$78.50 a1 = 23.50$$

$$a1 = 29.93 \%$$

$$Y1 = 75 \%$$

$$Y1 = a2 \times 100 + (1 - a2) \times 21.50$$

$$75 = 100 a2 + 21.50 - 21.50 a2$$

$$75 = 78.50 a2 + 21.50$$

$$78.50 a2 = 53.50$$

$$a2 = 68.15 \%$$

4) Ukuran saringan no. $\frac{1}{4}$

$$Y1 = 39 \%$$

$$Y1 = a1 \times 100 + (1 - a1) \times 8.97$$

$$39 = 100 a1 + 8.97 - 8.97 a1$$

$$39 = 91.03 a1 + 8.97$$

$$91.03 a1 = 30.03$$

$$a1 = 32.99 \%$$

$$Y1 = 64 \%$$

$$Y1 = a2 \times 100 + (1 - a2) \times 8.97$$

$$64 = 100 a2 + 8.97 - 8.97 a2$$

$$64 = 91.03 a2 + 8.97$$

$$91.03 a2 = 55.03$$

$$a2 = 60.45 \%$$

5) Ukuran saringan no. 4

$$Y1 = 30 \%$$

$$Y1 = a1 \times 98 + (1 - a1) \times 1.93$$

$$30 = 98 a1 + 1.93 - 1.93 a1$$

$$30 = 95.76 a1 + 1.93$$

$$95.76 a1 = 28.07$$

$$a1 = 29.31 \%$$

$$Y1 = 50 \%$$

$$Y1 = a2 \times 98 + (1 - a2) \times 1.93$$

$$50 = 98 a2 + 1.93 - 1.93 a2$$

$$50 = 95.76 a2 + 1.93$$

$$95.76 a2 = 48.07$$

$$a2 = 50.20 \%$$



6) Ukuran saringan no. 8

$$\begin{aligned} Y1 &= 22 \% \\ Y1 &= a1 \times 89.70 + (1 - a1) \times 0.00 \\ 22 &= 89.70 a1 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 22 &= 89.70 a1 + 0.00 \\ 89.70 a1 &= 22.00 \\ a1 &= 24.53 \% \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} Y1 &= 42 \% \\ Y1 &= a2 \times 89.70 + (1 - a2) \times 0.00 \\ 42 &= 89.70 a2 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 42 &= 89.70 a2 + 0.00 \\ 89.70 a2 &= 42.00 \\ a2 &= 46.82 \% \end{aligned}$$

7) Ukuran saringan no. 16

$$\begin{aligned} Y1 &= 15 \% \\ Y1 &= a1 \times 72.74 + (1 - a1) \times 0.00 \\ 15 &= 72.74 a1 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 15 &= 72.74 a1 + 0.00 \\ 72.74 a1 &= 15.00 \\ a1 &= 20.62 \% \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} Y1 &= 35 \% \\ Y1 &= a2 \times 72.74 + (1 - a2) \times 0.00 \\ 35 &= 72.74 a2 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 35 &= 72.74 a2 + 0.00 \\ 72.74 a2 &= 35.00 \\ a2 &= 48.11 \% \end{aligned}$$

8) Ukuran saringan no. 30

$$\begin{aligned} Y1 &= 8 \% \\ Y1 &= a1 \times 33.58 + (1 - a1) \times 0.00 \\ 8 &= 33.58 a1 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 8 &= 33.58 a1 + 0.00 \\ 33.58 a1 &= 8.00 \\ a1 &= 23.82 \% \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} Y1 &= 28 \% \\ Y1 &= a2 \times 33.58 + (1 - a2) \times 0.00 \\ 28 &= 33.58 a2 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 28 &= 33.58 a2 + 0.00 \\ 33.58 a2 &= 28.00 \\ a2 &= 83.37 \% \end{aligned}$$

9) Ukuran saringan no. 50

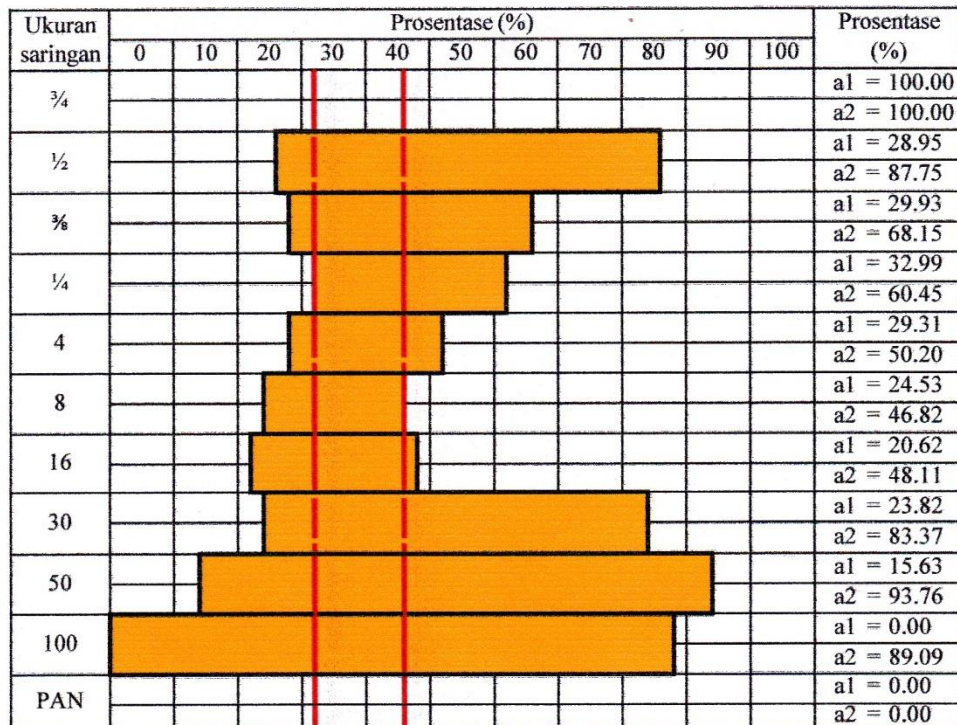
$$\begin{aligned} Y1 &= 2 \% \\ Y1 &= a1 \times 12.80 + (1 - a1) \times 0.00 \\ 2 &= 12.80 a1 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 2 &= 12.80 a1 + 0.00 \\ 12.80 a1 &= 2.00 \\ a1 &= 15.63 \% \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} Y1 &= 12 \% \\ Y1 &= a2 \times 12.80 + (1 - a2) \times 0.00 \\ 12 &= 12.80 a2 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 12 &= 12.80 a2 + 0.00 \\ 12.80 a2 &= 12.00 \\ a2 &= 93.76 \% \end{aligned}$$

10) Ukuran saringan no. 100

$$\begin{aligned} Y1 &= 0 \% \\ Y1 &= a1 \times 4.49 + (1 - a1) \times 0.00 \\ 0 &= 4.49 a1 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 0 &= 4.49 a1 + 0.00 \\ 4.49 a1 &= 0.00 \\ a1 &= 0.00 \% \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} Y1 &= 4 \% \\ Y1 &= a2 \times 4.49 + (1 - a2) \times 0.00 \\ 4 &= 4.49 a2 + 0.00 - 0.00 a1 \\ 4 &= 4.49 a2 + 0.00 \\ 4.49 a2 &= 4.00 \\ a2 &= 89.09 \% \end{aligned}$$



Barchart Penggabungan Agregat



a1 = 32.99 %

a2 = 46.82 %

Keterangan: a1 : Prosentase penggabungan minimum (%)
a2 : Prosentase penggabungan maksimum (%)

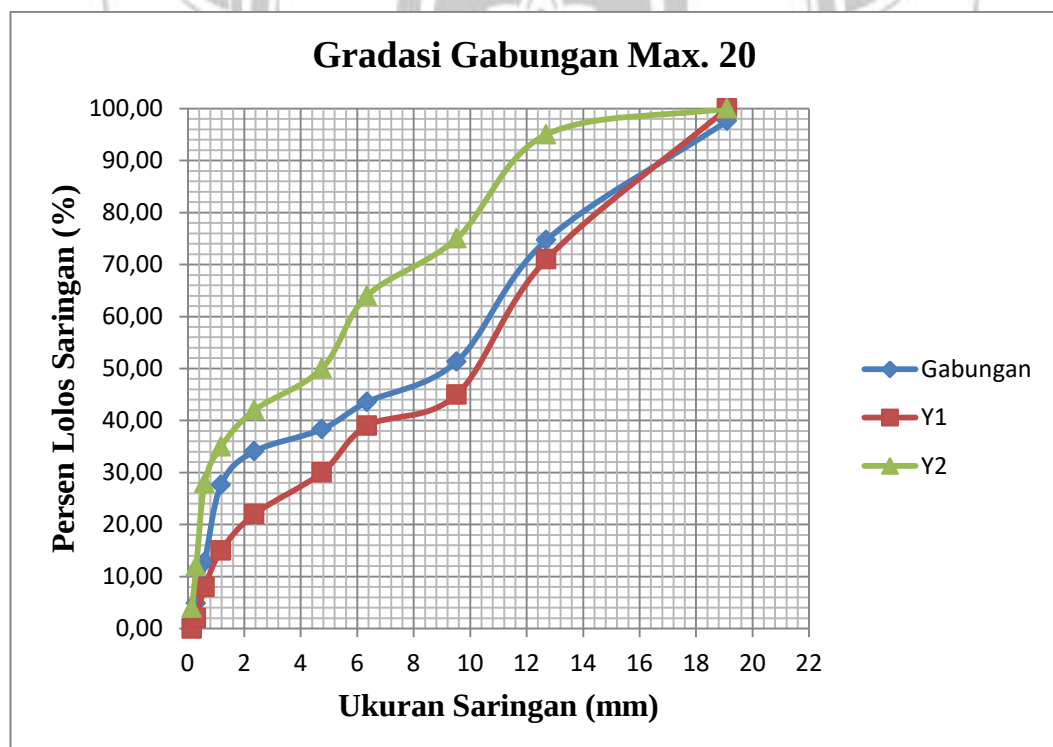
Dari Barchart penggabungan agregat diperoleh :

- Proporsi agregat halus (pasir)
$$= \frac{1}{2} (a1 + a2)$$
$$= \frac{1}{2} (32.99 + 46.82)$$
$$= 39.90 \approx 40 \%$$
- Proporsi agregat kasar (bt. pecah)
$$= 100 \% - 40 \%$$
$$= 60 \%$$

Perhitungan penggabungan agregat dengan cara grafis

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		Spesifikasi Max. 20 mm			Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (gram)	Krikil (gram)				Pasir 40%	Krikil 60%	
				Y1	-	Y2			
100	0.15	4.49	0.00	0	-	4	1.80	0.00	1.80
50	0.30	12.80	0.00	2	-	12	5.12	0.00	5.12
30	0.60	33.58	0.00	8	-	28	13.43	0.00	13.43
16	1.18	72.74	0.00	15	-	35	29.10	0.00	29.10
8	2.36	89.70	0.00	22	-	42	35.88	0.00	35.88
4	4.75	97.69	1.93	30	-	50	39.08	1.16	40.24
¼	6.35	100.00	8.97	39	-	64	40.00	5.39	45.39
⅜	9.52	100.00	21.50	45	-	75	40.00	12.90	52.90
½	12.70	100.00	59.18	71	-	95	40.00	35.51	75.51
¾	19.10	100.00	96.10	100	-	100	40.00	57.66	97.66

Gambar penggabungan agregat dengan cara grafis



Perhitungan penggabungan kerikil dan *pellet* 20%

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos		Persentase Gabungan		
		pellet (gram)	Krikil (Yb) (gram)	Pellet 20%	kerikil 80%	Gabungan
4	4.75	0.91	1.93	0.18	1.55	1.73
¼	6.35	4.38	8.97	0.88	7.18	8.06
⅜	9.52	8.53	21.50	1.71	17.20	18.91
½	12.7	13.58	59.18	2.72	47.35	50.06
¾	19.1	28.39	96.10	5.68	76.88	82.56

Perhitungan penggabunagn kerikil dan *pellet* 40%

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos		Persentase Gabungan		
		pellet (gram)	Krikil (Yb) (gram)	Pellet 40%	kerikil 60%	Gabungan
4	4.75	0.91	1.93	0.36	1.16	1.52
¼	6.35	4.38	8.97	1.75	5.39	7.14
⅜	9.52	8.53	21.50	3.41	12.90	16.31
½	12.7	13.58	59.18	5.43	35.51	40.94
¾	19.1	28.39	96.10	11.36	57.66	69.01

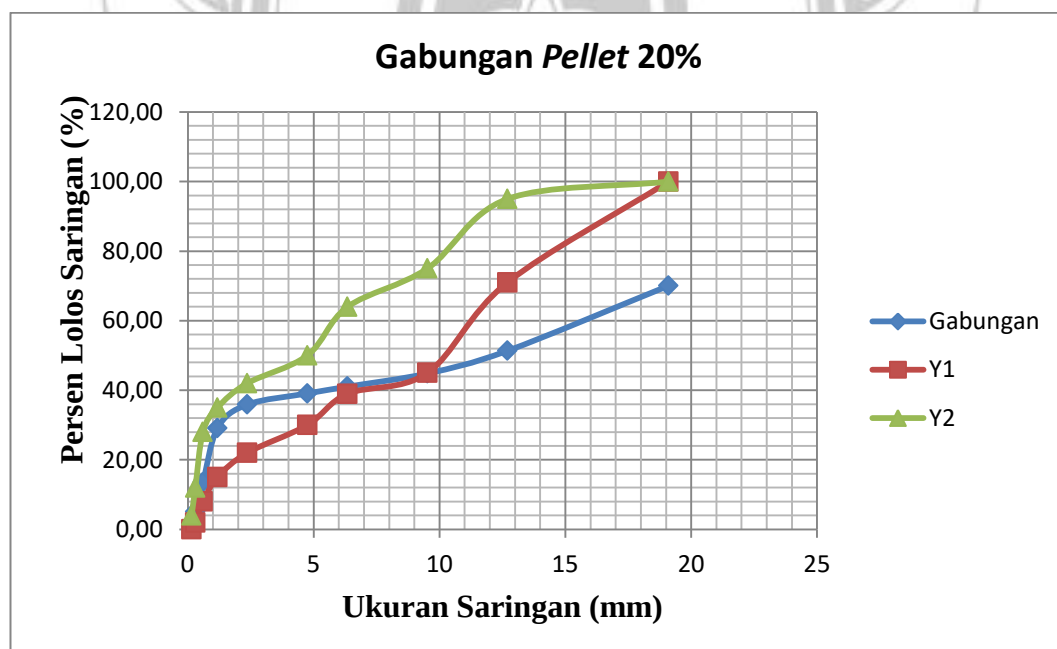
Perhitungan penggabunagn kerikil dan *pellet* 100%

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos		Persentase Gabungan		
		pellet (gram)	Krikil (Yb) (gram)	Pellet 100%	kerikil 0%	Gabungan
4	4.75	0.91	1.93	0.91	0.00	0.91
¼	6.35	4.38	8.97	4.38	0.00	4.38
⅜	9.52	8.53	21.50	8.53	0.00	8.53
½	12.7	13.58	59.18	13.58	0.00	13.58
¾	19.1	28.39	96.10	28.39	0.00	28.39

Perhitungan penggabungan agregat dengan cara grafis 20%

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		Spesifikasi Max. 20 mm			Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (gram)	Agregat kasar (gram)				Pasir 40%	Agregat kasar 60%	
				Y1	-	Y2			
100	0.15	4.49	0.00	0	-	4	1.80	0.00	1.80
50	0.30	12.80	0.00	2	-	12	5.12	0.00	5.12
30	0.60	33.58	0.00	8	-	28	13.43	0.00	13.43
16	1.18	72.74	0.00	15	-	35	29.10	0.00	29.10
8	2.36	89.70	0.00	22	-	42	35.88	0.00	35.88
4	4.75	97.69	0.00	30	-	50	39.08	0.00	39.08
¼	6.35	100.00	1.73	39	-	64	40.00	1.04	41.04
⅜	9.52	100.00	8.06	45	-	75	40.00	4.83	44.83
½	12.70	100.00	18.91	71	-	95	40.00	11.34	51.34
¾	19.10	100.00	50.06	100	-	100	40.00	30.04	70.04

Gambar penggabungan agregat dengan cara grafis

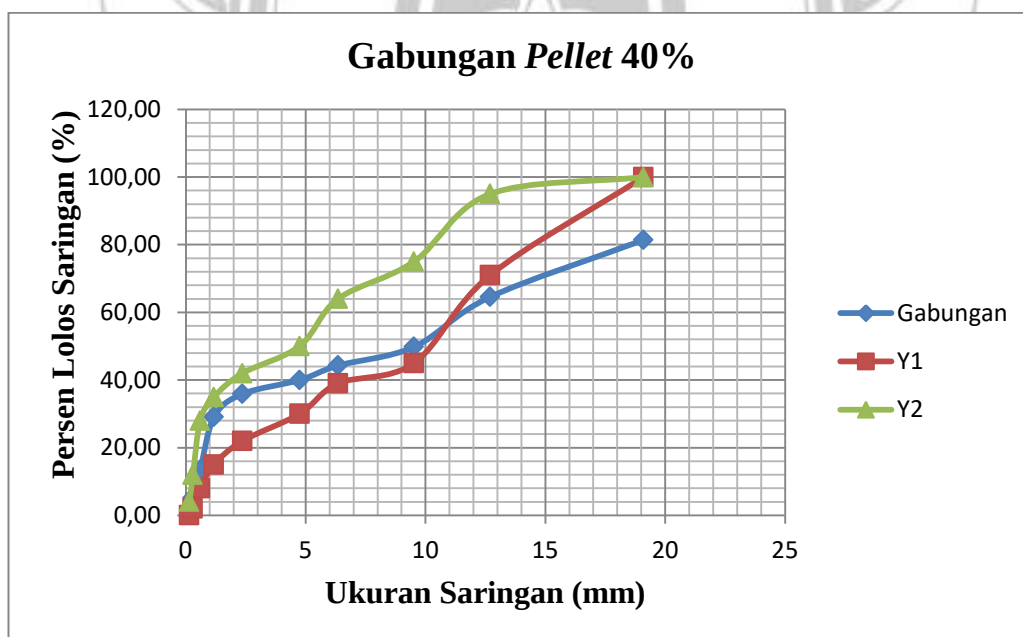


Tampak pada gambar di atas menunjukkan data yang melenceng dari yang diharapkan, sehingga gradasi perlu diperbaiki. Walaupun, proses perbaikan tidak sempat dilakukan mengingat proses pengecoran telah dilakukan maka, disarankan pada penelitian selanjutnya dilakukan perbaikan.

Perhitungan penggabungan agregat dengan cara grafis 40%

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		Spesifikasi Max. 20 mm			Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (gram)	Agregat kasar (gram)	Y1	-	Y2	Pasir 40%	Agregat kasar 60%	
100	0.15	4.49	0.00	0	-	4	1.80	0.00	1.80
50	0.30	12.80	0.00	2	-	12	5.12	0.00	5.12
30	0.60	33.58	0.00	8	-	28	13.43	0.00	13.43
16	1.18	72.74	0.00	15	-	35	29.10	0.00	29.10
8	2.36	89.70	0.00	22	-	42	35.88	0.00	35.88
4	4.75	97.69	1.52	30	-	50	39.08	0.91	39.99
¼	6.35	100.00	7.14	39	-	64	40.00	4.28	44.28
⅜	9.52	100.00	16.31	45	-	75	40.00	9.79	49.79
½	12.70	100.00	40.94	71	-	95	40.00	24.56	64.56
¾	19.10	100.00	69.01	100	-	100	40.00	41.41	81.41

Gambar penggabungan agregat dengan cara grafis

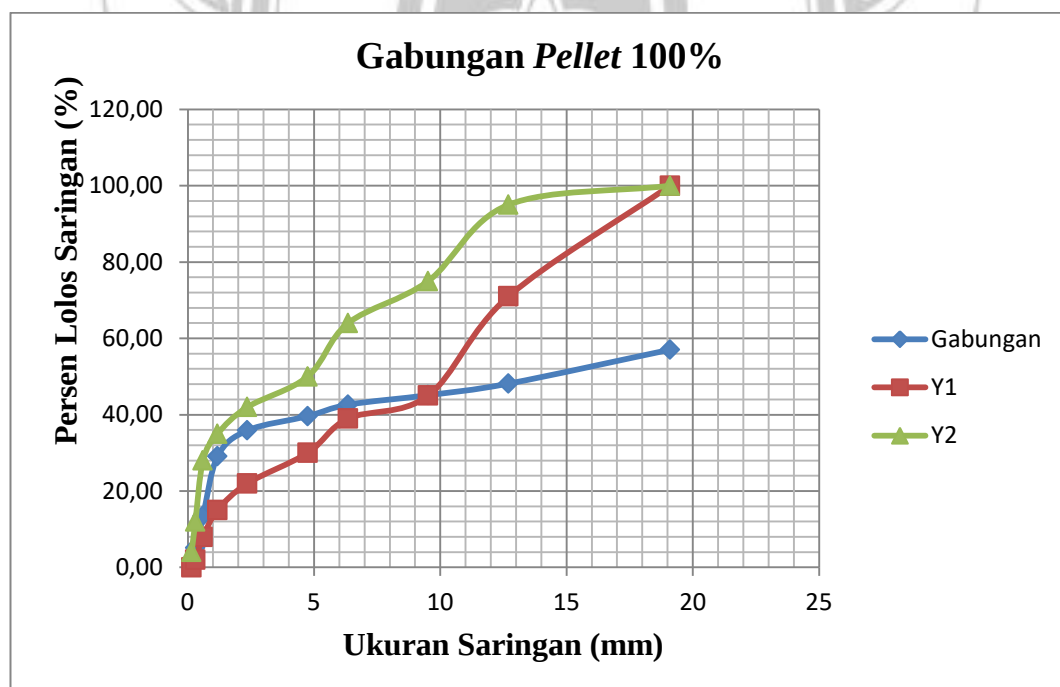


Tampak pada gambar di atas menunjukkan data yang melenceng dari yang diharapkan, sehingga gradasi perlu diperbaiki. Walaupun, proses perbaikan tidak sempat dilakukan mengingat proses pengecoran telah dilakukan maka, disarankan pada penelitian selanjutnya dilakukan perbaikan.

Perhitungan penggabungan agregat dengan cara grafis 100%

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		Spesifikasi Max. 20 mm			Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (gram)	Agregat kasar (gram)	Y1	-	Y2	Pasir 40%	Agregat kasar 60%	
100	0.15	4.49	0.00	0	-	4	1.80	0.00	1.80
50	0.30	12.80	0.00	2	-	12	5.12	0.00	5.12
30	0.60	33.58	0.00	8	-	28	13.43	0.00	13.43
16	1.18	72.74	0.00	15	-	35	29.10	0.00	29.10
8	2.36	89.70	0.00	22	-	42	35.88	0.00	35.88
4	4.75	97.69	0.91	30	-	50	39.08	0.55	39.62
¼	6.35	100.00	4.38	39	-	64	40.00	2.63	42.63
⅜	9.52	100.00	8.53	45	-	75	40.00	5.12	45.12
½	12.70	100.00	13.58	71	-	95	40.00	8.15	48.15
¾	19.10	100.00	28.39	100	-	100	40.00	17.03	57.03

Gambar penggabungan agregat dengan cara Grafis

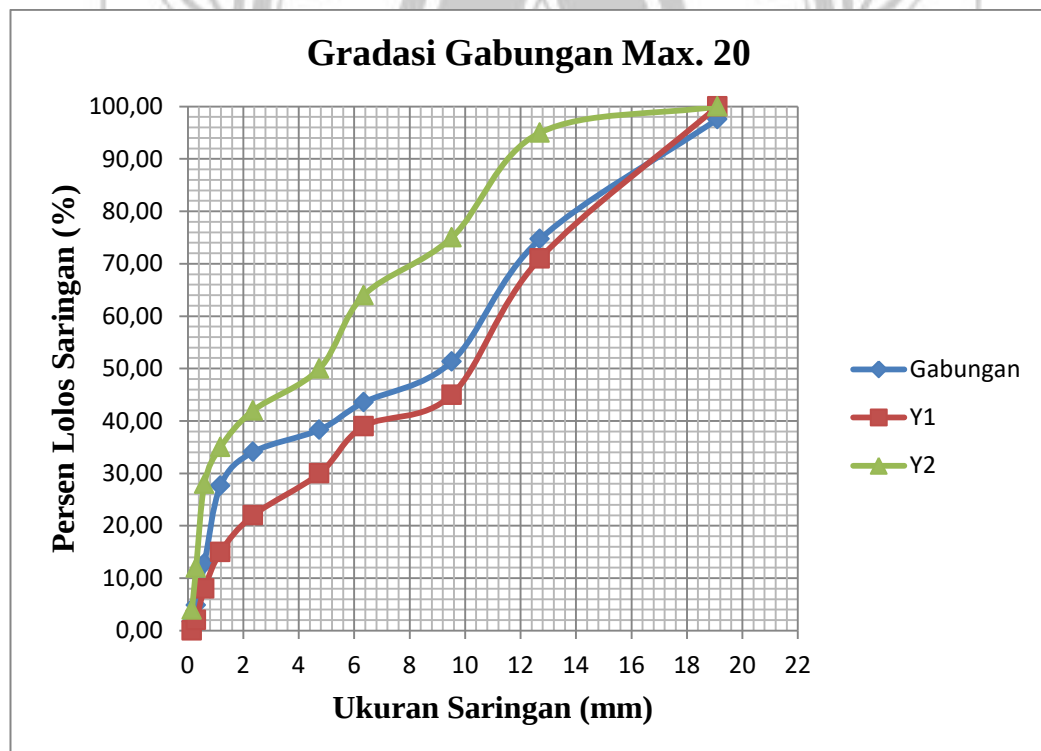




Perhitungan penggabungan agregat dengan cara grafis

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		Spesifikasi Max. 20 mm			Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (gram)	Krikil (gram)				Pasir 38%	Krikil 62%	
				Y1	-	Y2			
100	0.15	4.49	0.00	0	-	4	1.71	0.00	1.71
50	0.30	12.80	0.00	2	-	12	4.86	0.00	4.86
30	0.60	33.58	0.00	8	-	28	12.76	0.00	12.76
16	1.18	72.74	0.00	15	-	35	27.64	0.00	27.64
8	2.36	89.70	0.00	22	-	42	34.09	0.00	34.09
4	4.75	97.69	1.93	30	-	50	37.12	1.20	38.32
¼	6.35	100.00	8.97	39	-	64	38.00	5.56	43.56
⅜	9.52	100.00	21.50	45	-	75	38.00	13.33	51.33
½	12.70	100.00	59.18	71	-	95	38.00	36.69	74.69
¾	19.10	100.00	96.10	100	-	100	38.00	59.58	97.58

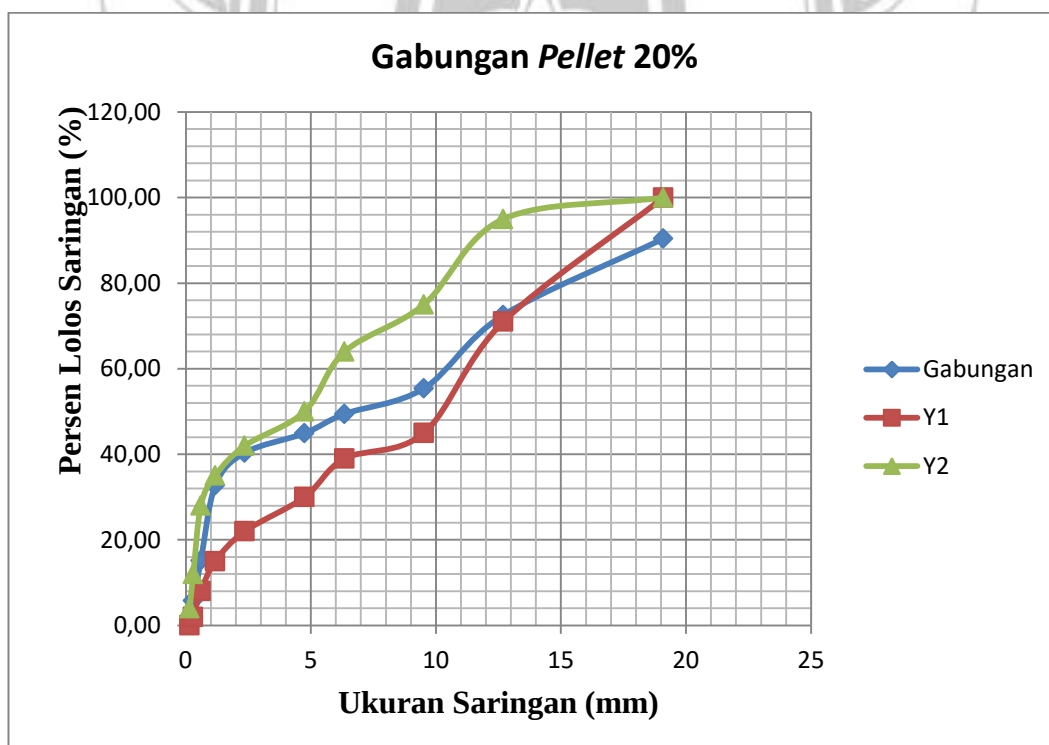
Gambar penggabungan agregat dengan cara grafis



Perhitungan penggabungan agregat 20% dengan cara grafis

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		Spesifikasi Max. 20 mm			Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (gram)	Agregat kasar (gram)	Y1	-	Y2	Pasir 45%	Agregat kasar 55%	
100	0.15	4.49	0.00	0	-	4	2.02	0.00	2.02
50	0.30	12.80	0.00	2	-	12	5.76	0.00	5.76
30	0.60	33.58	0.00	8	-	28	15.11	0.00	15.11
16	1.18	72.74	0.00	15	-	35	32.73	0.00	32.73
8	2.36	89.70	0.00	22	-	42	40.37	0.00	40.37
4	4.75	97.69	1.73	30	-	50	43.96	0.95	44.91
¼	6.35	100.00	8.06	39	-	64	45.00	4.43	49.43
⅜	9.52	100.00	18.91	45	-	75	45.00	10.40	55.40
½	12.70	100.00	50.06	71	-	95	45.00	27.53	72.53
¾	19.10	100.00	82.56	100	-	100	45.00	45.41	90.41

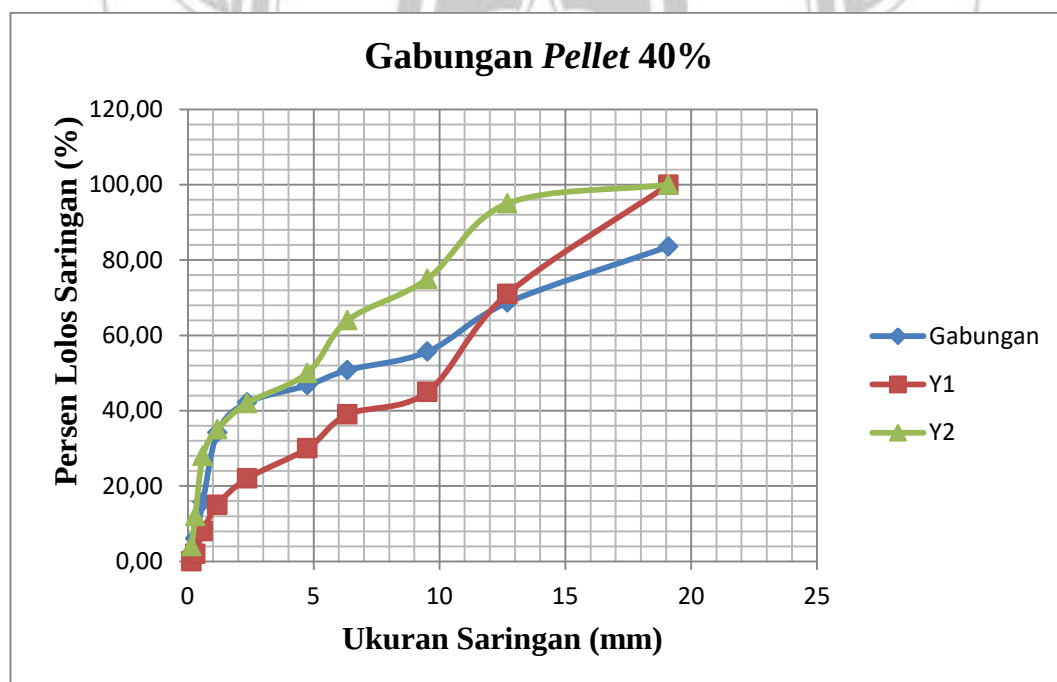
Gambar penggabungan agregat dengan cara grafis



Perhitungan penggabungan agregat 40% dengan cara grafis

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		Spesifikasi Max. 20 mm			Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (gram)	Agregat kasar (gram)	Y1	-	Y2	Pasir 47%	Agregat kasar 53%	
100	0.15	4.49	0.00	0	-	4	2.11	0.00	2.11
50	0.30	12.80	0.00	2	-	12	6.02	0.00	6.02
30	0.60	33.58	0.00	8	-	28	15.78	0.00	15.78
16	1.18	72.74	0.00	15	-	35	34.19	0.00	34.19
8	2.36	89.70	0.00	22	-	42	42.16	0.00	42.16
4	4.75	97.69	1.52	30	-	50	45.92	0.81	46.72
¼	6.35	100.00	7.14	39	-	64	47.00	3.78	50.78
⅜	9.52	100.00	16.31	45	-	75	47.00	8.65	55.65
½	12.70	100.00	40.94	71	-	95	47.00	21.70	68.70
¾	19.10	100.00	69.01	100	-	100	47.00	36.58	83.58

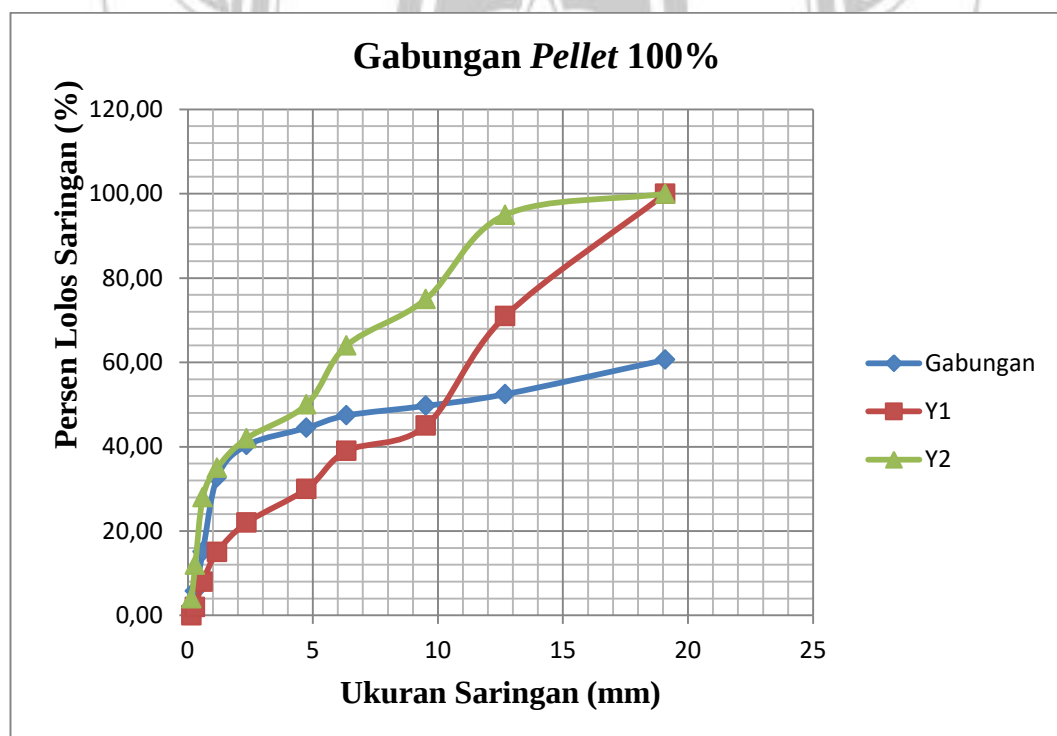
Gambar penggabungan agregat dengan cara grafis



Perhitungan penggabungan agregat 100% dengan cara grafis

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		Spesifikasi Max. 20 mm			Persentase Gabungan		Gabungan
		Pasir (gram)	Agregat kasar (gram)	Y1	-	Y2	Pasir 45%	Agregat kasar 55%	
100	0.15	4.49	0.00	0	-	4	2.02	0.00	2.02
50	0.30	12.80	0.00	2	-	12	5.76	0.00	5.76
30	0.60	33.58	0.00	8	-	28	15.11	0.00	15.11
16	1.18	72.74	0.00	15	-	35	32.73	0.00	32.73
8	2.36	89.70	0.00	22	-	42	40.37	0.00	40.37
4	4.75	97.69	0.91	30	-	50	43.96	0.50	44.46
¼	6.35	100.00	4.38	39	-	64	45.00	2.41	47.41
⅜	9.52	100.00	8.53	45	-	75	45.00	4.69	49.69
½	12.70	100.00	13.58	71	-	95	45.00	7.47	52.47
¾	19.10	100.00	28.39	100	-	100	45.00	15.61	60.61

Gambar penggabungan agregat dengan cara grafis



LAMPIRAN 2
PERANCANGAN
CAMPURAN BETON (*MIX*
***DESIGN*)**

Lampiran 2

Perancangan Campuran Adukan Beton (*Mix Design*)

1. Tujuan

- 1) Untuk menentukan campuran beton dari data-data yang telah diperoleh dari pengujian agregat.
- 2) Untuk mengetahui cara pencampuran material beton yang akan diaduk.
- 3) Untuk menentukan berapa perbandingan dari bahan-bahan untuk menghasilkan mutu beton yang diinginkan.

2. Dasar Teori

Perancangan campuran adukan beton (*Mix design*) dimaksudkan untuk mendapatkan kuat lentur yang tinggi sesuai dengan perencanaan serta mendapatkan beton yang sebaik-baiknya sesuai dengan bahan dasar yang tersedia dan keinginan pembuat bangunan, yaitu kuat lentur yang disyaratkan, mudah dikerjakan, awet dan murah.

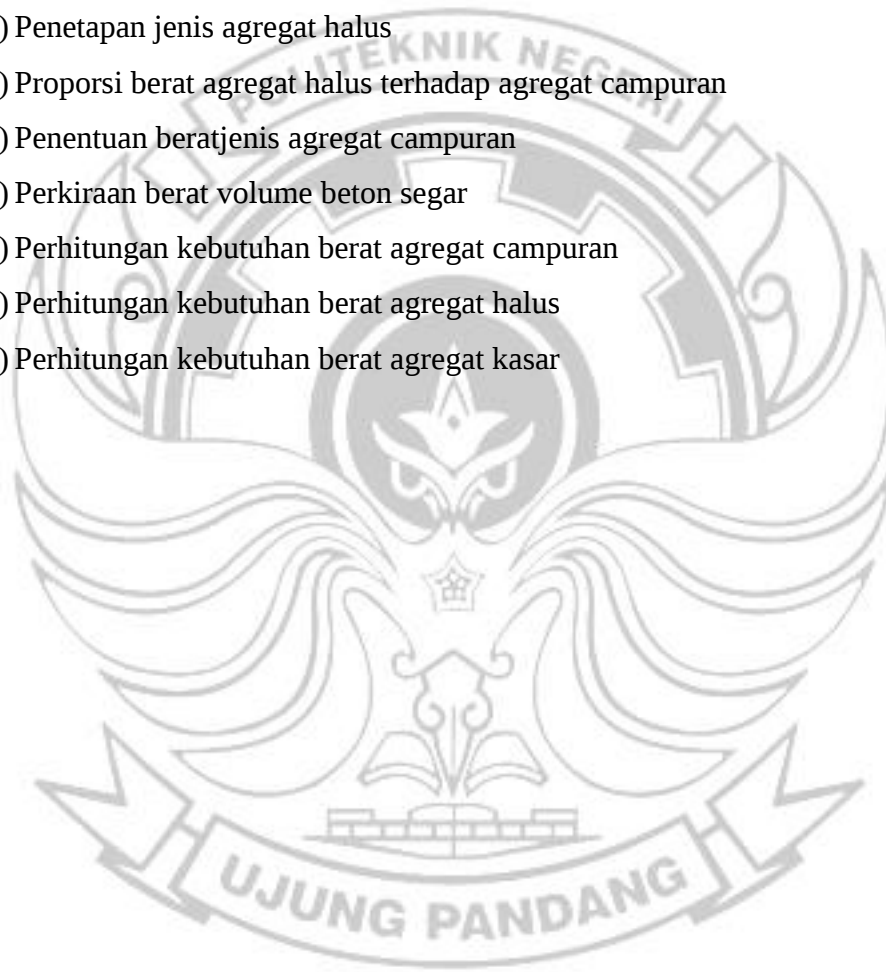
Setelah memperoleh data-data karakteristik agregat melalui pengujian agregat maka data-data untuk rancangan campuran adukan beton normal telah tersedia. Pada perencanaan beton, dapat digunakan beberapa cara, salah satunya yang sering digunakan adalah dengan cara "SNI" (Standar Nasional Indonesia) yang diterbitkan oleh Balitbang Kimpraswil (2003b) dimana perencanaan adukan dapat menggunakan tabel dan grafik.

Rancangan campuran beton plastik pada dasarnya sama dengan rancangan campuran beton normal, hanya pada beton plastik volume agregat kasar (batu pecah) digantikan oleh *pellet* plastik dalam prosentase tertentu. Variasi benda uji berdasarkan volume *pellet* di dalam campuran beton adalah sebesar 60% terhadap volume agregat kasar di dalam campuran beton.

3. Langkah Kerja

- 1) Perhitungan nilai deviasi standar (S)
- 2) Perhitungan nilai tamabah (margin) (m)
- 3) Penetapan kuat lentur beton yang diisyaratkan (f'_c) pada umur tertentu
- 4) Perhitungan Kuat lentur rata – rata perlu (f'_{cr})

- 5) Penetapan jenis semen Portland
- 6) Penetapan jenis agregat
- 7) Penetapan nilai Faktor Air Semen (FAS)
- 8) Penetapan nilai *slump*
- 9) Penetapan besar butiran agregat maksimum
- 10) Penetapan jumlah air yang diperlukan (W_{air})
- 11) Penetapan kadar semen yang diperlukan (C)
- 12) Penetapan jenis agregat halus
- 13) Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran
- 14) Penentuan berat jenis agregat campuran
- 15) Perkiraan berat volume beton segar
- 16) Perhitungan kebutuhan berat agregat campuran
- 17) Perhitungan kebutuhan berat agregat halus
- 18) Perhitungan kebutuhan berat agregat kasar



4. Data Pengujian

Rancangan Beton Metode SNI

Data pengujian karakteristik sebagai berikut:

- 1) Berat jenis agregat kasar (batu pecah) kondisi SSD= 2,69
- 2) Berat jenis agregat (halus pasir) kondisi SSD = 2,68
- 3) Kadar air batu pecah = 1,09%
- 4) Kadar air pasir = 4,57%
- 5) Penyerapan batu pecah = 2,39%
- 6) Penyerapan pasir = 1,90%
- 7) Berat volume batu pecah = 1,61 kg/ltr
- 8) Berat volume pasir = 1,37 kg/ltr
- 9) Berat volume *pellet* plastik = 0,73 kg/ltr
- 10) Ukuran maksimum agregat kasar = 20 mm
- 11) Persentase gabungan: Agregat kasar (batu pecah) = 60%
Agregat halus (pasir) = 40%
- 12) Kuat lentur yang diisyaratkan = 30MPa
- 13) Benda uji yang digunakan = Balok (10x10x40)
- 14) Jumlah benda uji = 16 buah balok

a) Rancangan Campuran

1) Perhitungan nilai deviasi standar (S)

Deviasi standar S tidak dapat dihitung, karena tidak mempunyai data pengalaman hasil pengujian contoh beton sebelumnya.

2) Perhitungan nilai tambah (margin) (m)

Karena pelaksana tidak mempunyai pengalaman sebelumnya, maka berdasarkan Tabel 1 (Balitbang Kimpraswil, 2003b) untuk kuat lentur beton yang direncanakan (f_c') sebesar 30 MPa ditetapkan margin sebesar **8,5 MPa**.

Tabel 1. Nilai tambah (m) jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan (Balitbang Kimpraswil, 2003b)

Kuat lentur yang disyaratkan, f_c' (MPa)	Nilai tambah (MPa)
< 21	7,0
21 – 35	8,5
> 35	10,0

3) Penetapan kuat lentur beton yang diisyaratkan (f_c') pada umur tertentu

Kuat lentur beton yang disyaratkan pada umur 28 hari sebesar 30 MPa.

4) Perhitungan kuat lentur rata – rata perlu (f_{cr})

$$\begin{aligned}f_{cr} &= f_c' + m \\&= 30 + 8,5 \\&= \mathbf{38,5 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

5) Penetapan jenis semen Portland

Dipilih semen *Portland* tipe I (Semen Tonasa) untuk penggunaan umum.

6) Jenis agregat

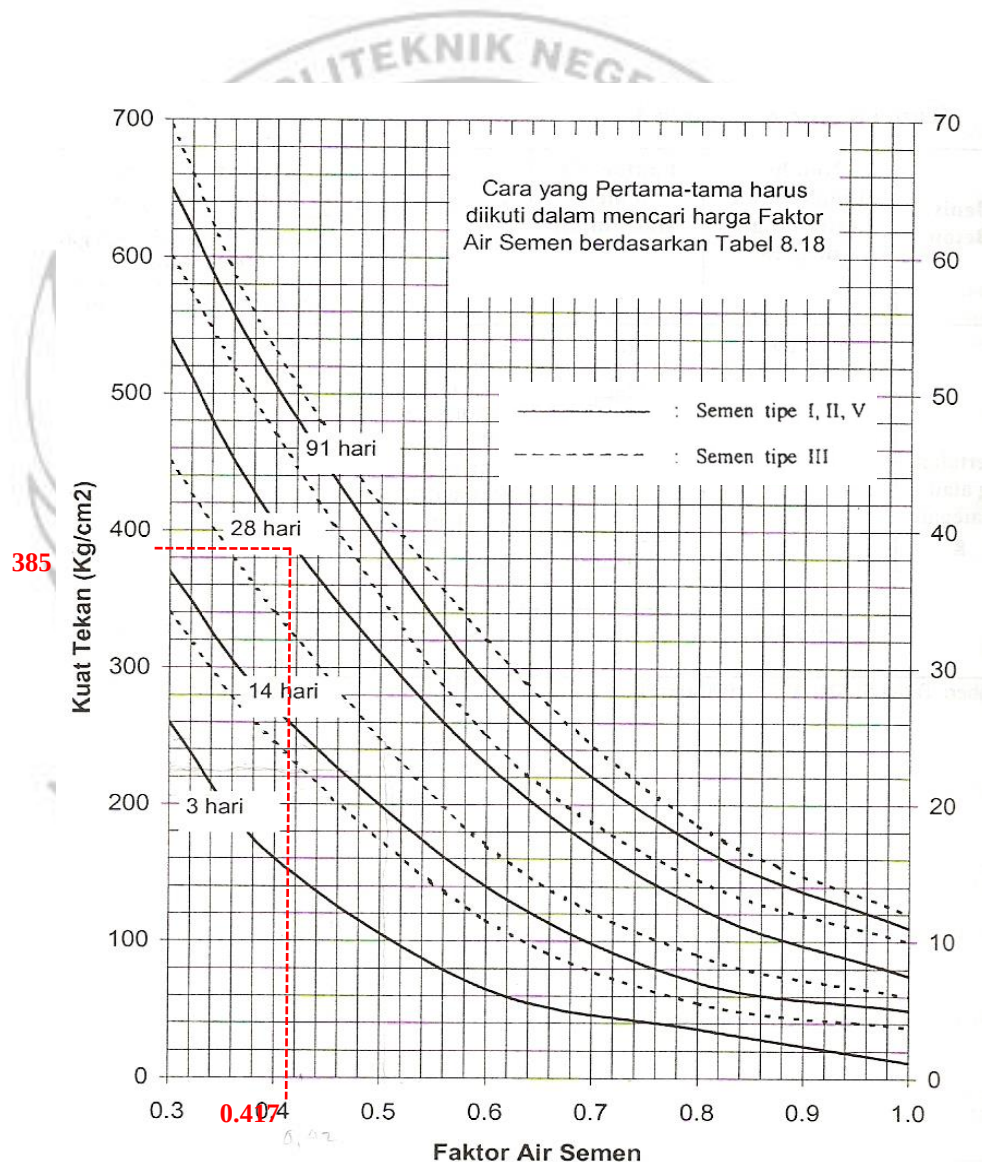
- a) Agregat halus = Pasir
- b) Agregat kasar = Batu pecah dan *Pellet* plastik jenis PET

7) Penetapan nilai Faktor Air Semen (FAS)

Faktor-air-semen ditetapkan dengan dua cara, kemudian dibandingkan dan dipilih nilai faktor-air-semen yang terkecil.

a) Cara pertama secara grafis berdasarkan Gambar 1.

Pada sumbu ordinat, beri tanda nilai kuat lentur rata-rata perlu balok beton sebesar 38,5 MPa, kemudian tarik garis mendatar ke kanan sampai pada garis grafik 28 hari. Dari titik pertemuan garis inilah ditarik garis vertikal ke bawah sehingga diperoleh nilai faktor-air-semen.



Grafik 1 Hubungan antara kuat lentur dan faktor air semen dan kuat lentur balok beton (Balitbang Kimpraswil, 2003b)

Dari grafik 1 diperoleh faktor air semen sebesar **0,417**

b) Cara kedua dengan bantuan Tabel 2

Diasumsikan produk beton ini akan digunakan untuk konstruksi di dalam ruangan di mana keadaan sekelilingnya non korosif, sehingga diperoleh nilai faktor-air-semen maksimum sebesar 0,60.

Tabel 2. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (Balitbang Kimpraswil, 2003b).

Uraian	Jumlah semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif	235	0,52
Beton diluar ruang bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh suhu alkali dari tanah atau air tanah		*)
Beton yang kontinu berhubungan dengan air:		
a. Air laut		*)
b. Air tawar		

*) untuk lingkungan khusus, persyaratannya dapat dilihat di Balitbang Kimpraswil (2003b)

Dari nilai faktor-air-semen yang diperoleh, dari kedua cara diatas, maka dipilih nilai terkecil antara 0,417 dan 0,60. Jadi digunakan faktor-air-semen **0,417**.

8) Penetapan nilai *slump*

Karena belum memiliki data pengalaman sebelumnya, maka sebagai petunjuk awal digunakan Tabel4 (Balitbang Kimpraswil, 2003b). Diasumsikan produk beton ini akan digunakan untuk membuat elemen-elemenbeton berupa pelat, balok, kolom. Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai *slump* sebesar 7,5 cm (75 mm) sampai 15 cm (150 mm).

Tabel 3 Penetapan nilai *slump* adukan beton (Balitbang Kimpraswil, 2003b).

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Maks. (cm)	Min. (cm)
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktus dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	50
Pembetonan massal	7,5	2,5

- 9) Penetapan besar butiran agregat maksimum
Ditetapkan berdasarkan hasil uji analisis saringan agregat kasar. Besar butir agregat maksimum yang digunakan sebesar 20 mm.

- 10) Penetapan jumlah air yang diperlukan (W_{air})

Jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton diperkirakan berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat dan nilai *slump* yang ditunjukkan pada Tabel 4 (Balitbang Kimpraswil, 2003b).

Tabel 4. Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (Balitbang Kimpraswil, 2003b).

Ukuranmaksimum Agregat kasar (mm)	Jenis agregat	Kebutuhan air per meter kubik beton (ltr)pada nilai <i>slump</i> (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	100	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Berdasarkan Tabel 4, untuk ukuran butir maksimum agregat 20 mm dan nilai *slump* 60–180 mm, diperoleh:

- jumlah air untuk agregat halus alami (A_h) = 195 liter
- jumlah air untuk agregat kasar pecahan (A_k) = 225 liter

Agregat halus dan agregat kasar berasal dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan), sehingga perkiraan jumlah air dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{air}} &= \frac{2}{3} A_h + \frac{1}{3} A_k \\
 &= 0,67 A_h + 0,33 A_k \\
 &= 0,67 (195) + 0,33 (225) \\
 &= \mathbf{205 \text{ kg/m}^3}
 \end{aligned}$$

11) Penetapan kadar semen yang diperlukan (C)

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan persamaan:

$$W_{\text{smn}} = \frac{1}{f_{\text{as}}} \times W_{\text{air}} = \frac{1}{0,417} \times 205 = \mathbf{491,37 \text{ kg/m}^3}$$

12) Penetapan jenis agregat halus

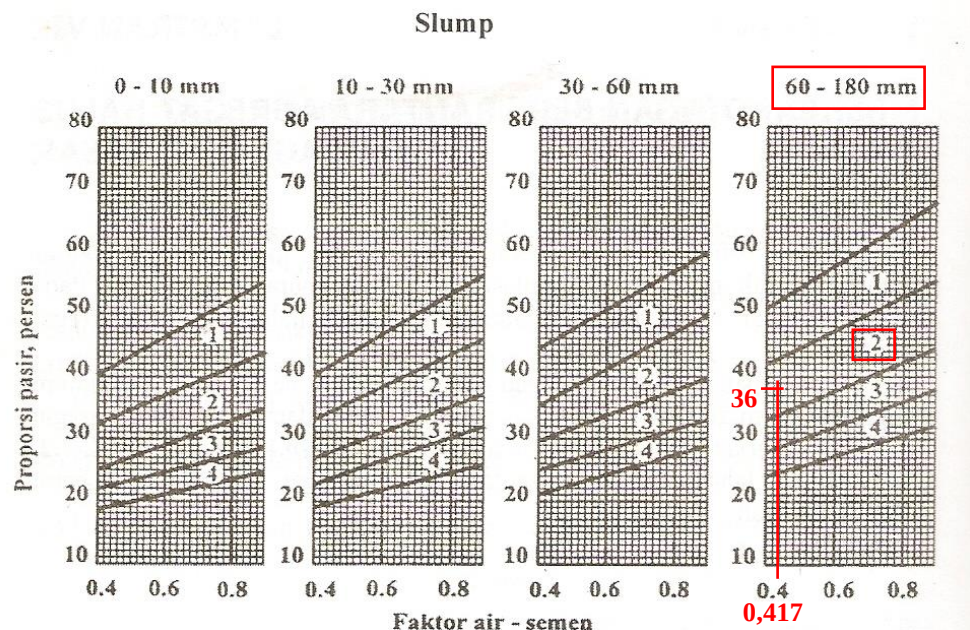
Tabel 5 Penetapan jenis agregat halus

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan jenis agregat halus			
	Kasar	Agak kasar	Agak halus	Halus
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

Berdasarkan Tabel 5 (Balitbang Kimpraswil, 2003b) dan analisa saringan yang telah dilakukan di laboratorium, maka dapat disimpulkan bahwa agregat yang digunakan adalah pasir tersebut termasuk zona 2 dengan jenis butiran agak kasar.

13) Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran

Penetapan dilakukan dengan memperhatikan Grafik 2 untuk besar butir maksimum agregat kasar sebesar 20 mm, di mana untuk nilai *slump* 60–180 mm, faktor air semen 0,417 dan gradasi agregat halus pada zone 2, diperoleh prosentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran sebesar 33%–39%. Dari hasil uji coba proporsi agregat halus terhadap agregat campuran diperoleh prosentase yang terbaik yakni 36%.



Grafik 2 Proporsi agregat halus pada butir agregat maksimum 20 mm
(Balitbang Kimpraswil, 2003b)

14) Penentuan berat jenis agregat campuran

- berat jenis agregat halus (b_{jh}) = 2,68
- berat jenis agregat kasar (b_{jk}) = 2,69
- prosentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (k_h) = 40%
- prosentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (k_k) = 60%

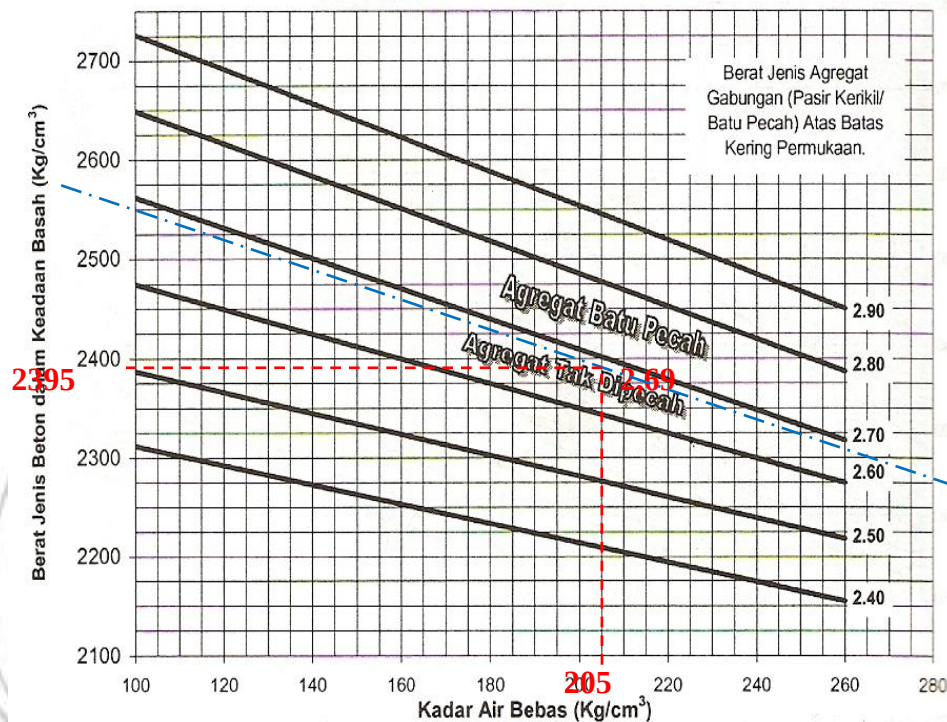
sehingga berat jenis agregat campuran yang dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 b_{jcamp} &= \frac{k_h}{100} \times b_{jh} + \frac{k_k}{100} \times b_{jk} \\
 &= \frac{40}{100} \times 2,68 + \frac{60}{100} \times 2,69 \\
 &= 2,69
 \end{aligned}$$

15) Perkiraan berat volume beton segar

Berat beton segar diperkirakan menggunakan Grafik 3, di mana telah diketahui berat jenis agregat campuran dan kebutuhan air.

Grafik 3. Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (Balitbang Kimpraswil, 2003b)



Pada sumbu ordinat sebelah kanan, beri tanda nilai berat jenis agregat campuran sebesar 2,69. Karena tidak ada garis grafik tepat 2,69 maka dibuat garis grafik baru di antara 2,6 dan 2,7. Pada sumbu absis, beri tanda jumlah air yang dibutuhkan sebesar 205 kg/m³ kemudian tarik garis vertikal ke atas sampai bertemu dengan garis grafik 2,69. Pada perpotongan kedua garis tersebut ditarik garis mendatar ke kiri sehingga diperoleh berat beton segar sebesar **2395 kg/m³**.

16) Perhitungan kebutuhan berat agregat campuran

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung berdasarkan hasil yang diperoleh pada langkah (10), (11) dan (15) sehingga:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{agr.camp}} &= W_{\text{btm}} - W_{\text{air}} - W_{\text{smn}} \\
 &= 2395 - 205 - 491,37 = 1698,73 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

17) Perhitungan kebutuhan berat agregat halus

Kebutuhan agregat halus dihitung berdasarkan hasil pada langkah (13) dan (16) yaitu prosentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran dan berat agregat campuran per meter kubik beton, sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}W_{agr.h} &= k_h \times W_{agr.camp} \\&= 40\% \times 1698,73 \\&= 667,86 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

18) Perhitungan kebutuhan berat agregat kasar

Berat agregat kasar yang diperlukan dihitung berdasarkan hasil pada langkah (13) dan (16) yaitu prosentase berat agregat kasar terhadap berat agregat campuran dan berat agregat campuran per meter kubik beton sehingga:

$$\begin{aligned}W_{agr.k} &= k_k \times W_{agr.camp} \\&= 60\% \times 1698,73 \\&= 1020,87 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

b) Kebutuhan Campuran Beton

a. Kebutuhan bahan campuran beton secara teoritis (per m³ beton)

1) Hasil rancang campuran beton secara teoritis/kondisi SSD (sebelum dikoreksi).

a) Semen	(W _{smn})	= 491,37	kg/m ³
b) Pasir	(W _{agr.h})	= 667,86	kg/m ³
c) Batu Pecah	(W _{agr.k})	= 1020,87	kg/m ³
d) Air	(W _{air})	= 205	kg/m ³ +
Jumlah		= 2395,00	kg/m ³

2) Perhitungan koreksi campuran (cara pendekatan)

$$\begin{aligned}\text{a) Semen} &= 491,37 \text{ kg/m}^3 \\ \text{b) Pasir} &W_{agr.ha} = W_{agr.h} - (R_h\% - W_h\%)W_{agr.h} \\&= 667,86 - (4,57\% - 1,90\%)667,86 \\&= 667,86 - 18,09 \\&= 659,77 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) Batu Pecah } W_{\text{agr.k}b} &= W_{\text{agr.k}} - (R_k\% - W_k\%) W_{\text{agr.k}} \\
 &= 1020,87 - (1,09\% - 2,39\%) 1020,87 \\
 &= 1020,87 - 8,63 \\
 &= 1012,23 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{d) Air} &= w + (W_{\text{agr.h}} - W_{\text{agr.ha}}) + (W_{\text{agr.k}} - W_{\text{agr.hb}}) \\
 &= 205 + (677,86 - 665,77) + (1020,87 - 1012,23) \\
 &= 231,63 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

3) Hasil rancangan campuran beton (setelah koreksi)

$$\begin{aligned}
 \text{a) Semen } (W_{\text{smn}}) &= 491,37 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{b) Pasir } (W_{\text{agr.h}}) &= 659,77 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{c) Batu Pecah } (W_{\text{agr.k}}) &= 1012,23 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{d) Air } (W_{\text{air}}) &= 231,63 \text{ kg/m}^3 + \\
 \text{Jumlah} &= 2395,00 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

b. Kebutuhan bahan campuran beton jika digunakan benda uji berupa balok, maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 balok, } V_b &= p \times l \times t \\
 &= 0,4 \times 0,10 \times 0,10 \\
 &= 0,004 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Faktor keamanan (20\%) } S_f = 1,2$$

Benda uji balok, kebutuhan bahan setelah dikoreksi (cara pendekatan):

$$\begin{aligned}
 \text{1) Semen} &= C \times V_s \times S_f \times \text{Jumlah benda uji} \\
 &= 491,37 \times 0,004 \times 1,2 \times 4 \\
 &= 9,43 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{2) Pasir} &= W_{\text{agr.h}} \times V_s \times S_f \times \text{Jumlah benda uji} \\
 &= 659,77 \times 0,004 \times 1,2 \times 4 \\
 &= 12,66 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{3) Batu Pecah} &= W_{\text{agr.k}} \times V_s \times S_f \times \text{Jumlah benda uji} \\
 &= 1012,23 \times 0,004 \times 1,2 \times 4 \\
 &= 19,43 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Air} &= W \times V_s \times S_f \times \text{Jumlah benda uji} \\
 &= 231,63 \times 0,004 \times 1,2 \times 4 \\
 &= 4.45\text{kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 6 Kebutuhan bahan campuran beton per m³ secara teoritis (sebelum dikoreksi)

Volume (m ³)	Semen (kg/m ³)	Agregat halus (kg/m ³)	Agregat kasar (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Berat total (kg/m ³)
1	491,37	677,86	1020,87	205	2395,00

Tabel 7 Kebutuhan bahan campuran beton per m³ di lapangan (setelah dikoreksi)

Volume (m ³)	Semen (kg/m ³)	Agregat halus (kg/m ³)	Agregat kasar (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Berat total (kg/m ³)
1	491,37	659,77	1012,23	231,63	2395,00

Kebutuhan bahan campuran beton sesuai benda uji:

- Jumlah benda uji = 4 buah balok
- Ukuran = 10 x 10 x 40

Tabel 8 Kebutuhan bahan campuran beton

Bentuk benda uji	Jumlah benda uji (buah)	Volume benda uji (m ³)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)	Berat total (kg)
Balok	4	0,004	9,43	12,66	19,43	4,45	45,97
	1	0,004	2,36	3,17	4,86	1,11	11,5

Rancangan campuran beton plastik pada dasarnya sama dengan rancangan campuran beton normal, hanya pada beton plastik volume agregat kasar (batu pecah) digantikan oleh *pellet* plastik sebesar 60% terhadap volume agregat kasar di dalam campuran beton.

Untuk memperoleh berat *pellet* dan bahan beton lainnya, dimulai dari perhitungan jumlah bahan dalam satuan berat (kg) yang dikonversi ke dalam satuan volume (liter) menggunakan Persamaan (1). Volume *pellet* dan bahan lainnya kemudian

dikonversi kembali dalam satuan berat (kg) yang akan digunakan dalam menakar bahan campuran beton menggunakan Persamaan (2)

$$\text{Volume batu pecah} = \text{berat batu pecah} / \text{berat satuan batu pecah} \quad \dots\dots(1)$$

$$\text{Berat plastik} = (\% \text{ pellet} \times \text{volume batu pecah}) \times \text{berat satuan pellet} \dots\dots(2)$$

Setelah diperoleh kebutuhan bahan dalam satuan berat kemudian dikonversi ke satuan volume untuk memperoleh kebutuhan *pellet* plastik. Nilai konversi yang digunakan adalah berat satuan batu pecah dari hasil pengujian laboratorium, yaitu:

- Berat satuan batu pecah = 1,61kg/ltr
- Berat satuan *pellet* plastik = 0,73 kg/ltr

Apabila telah diperoleh kebutuhan bahan untuk 1 adukan campuran beton dalam satuan volume, kemudian dilakukan variasi kadar *pellet* sebagai pengganti batu pecah di dalam campuran beton. Variasi kadar *pellet* di dalam campuran beton adalah prosentase volume *pellet* terhadap volume batu pecah. Adapun variasi volume *pellet* terhadap volume batu pecah untuk benda uji balok:

- variasi I : *pellet* plastik = 0% dengan kode BN (Normal)
- variasi II : *pellet* plastik = 20% dengan kode BP I
- variasi III : *pellet* plastik = 40% dengan kode BP II
- variasi IV : *pellet* plastik = 100% dengan kode BP III

Setelah diperoleh kebutuhan batu pecah dan *pellet* plastik dalam satuan volume, kemudian dikonversi lagi ke dalam satuan berat menggunakan Persamaan (1) dan (2) untuk penimbangan bahan di laboratorium.

Setiap variasi benda uji beton plastik menggunakan jumlah semen, air dan pasir yang sama dan mengacu pada Tabel 8, sedangkan jumlah batu pecah dan *pellet* plastik dihitung sebagai berikut:

Kebutuhan bahan untuk 4 adukan beton plastik untuk benda uji balok:

$$\text{Volume batu pecah} = \frac{\text{berat batu pecah}}{\text{berat satuan batu pecah}} = \frac{19,43}{1,61} = 12,11 \text{ ltr}$$

Beton plastik 20% $= (\% \text{ pellet} \times \text{volume batu pecah}) \times \text{berat satuan pellet}$
 $= (20\% \times 12,11) \times 0,73$
 $= 1,75 \text{ kg}$

Beton plastik 40% $= (\% \text{ pellet} \times \text{volume batu pecah}) \times \text{berat satuan pellet}$
 $= (40\% \times 12,11) \times 0,73$
 $= 3,51 \text{ kg}$

Beton plastik 100% $= (\% \text{ pellet} \times \text{volume batu pecah}) \times \text{berat satuan pellet}$
 $= (100\% \times 12,11) \times 0,73$
 $= 8,79 \text{ kg}$

Setelah perhitungan kebutuhan batu pecah dan *pellet* plastik, dibuat rekapitulasi kebutuhan bahan untuk beton plastik pada Tabel 9.

Tabel 9 Kebutuhan bahan beton normal dan beton plastik

Variasi	Prosentase	Jumlah	Semen	Agregat		Air	<i>Pellet</i>	Berat
	<i>pellet</i> plastik (%)	benda uji (buah)		halus (kg)	kasar (kg)		Plastik (kg)	
Balok	0	4.00	9.43	12.67	19.43	4.45	0.00	45.98
	20	4.00	9.43	12.67	15.55	4.45	1.75	43.85
	40	4.00	9.43	12.67	11.66	4.45	3.51	41.72
	100	4.00	9.43	12.67	0.00	4.45	8.79	35.32
Jumlah Total		24,00	56,58	50,68	46,58	17,8	13,67	166,87

a. Kesimpulan

Tabel 10 Daftar uraian rancangan campuran beton dengan metode "SNI"

Uraian	Referensi	Nilai	Satuan
1. Perhitungan nilai deviasi standar (S)	Ditentukan	-	
2. Perhitungan nilai tambah (margin) (m)	Tabel 7	8,5	MPa
3. Penetapan kuat lentur beton yang diisyaratkan (f'_c) pada umur tertentu	f'_c	30	MPa
4. Perhitungan Kuat lentur rata – rata perlu (f'_{cr})	$f'_c + m$	38,5	MPa
5. Penetapan jenis semen Portland	Ditentukan	Tipe 1	
6. Penetapan jenis agregat			
Agregat halus	Ditentukan	Pasir	
Agregat kasar	Ditentukan	<i>Pellet</i>	
7. Penetapan nilai Faktor Air Semen (FAS)	Grafik 1	0,417	
8. Penetapan nilai <i>slump</i>	Tabel 9	15-7,5	cm
9. Penetapan besar butiran agregat maksimum	Ditentukan	20	mm
10. Penetapan jumlah air yang diperlukan (W_{air})	Tabel 10 dan $\frac{2}{3} A_h + \frac{1}{3} A_k$	205 491,37	kg/cm ² kg/cm ²
11. Penetapan kadar semen yang diperlukan (C)	$W_{smn} = \frac{1}{fas} \times W_{air}$		
12. Penetapan jenis agregat halus	Grafik 2	zona 2	
13. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran	$(k_h \% \times b_{jh}) +$	40	%
14. Penentuan berat jenis agregat campuran	$(k_k \% \times b_{jk})$	2,69	
15. Perkiraan berat volume beton segar	Grafik 3	2395	kg/cm ³
16. Perhitungan kebutuhan berat agregat campuran	$W_{btn} - W_{air} - W_{smn}$	1698,73	kg/cm ³
17. Perhitungan kebutuhan berat agregat halus	$k_h \times W_{agr.camp}$	677,86	kg/cm ³
18. Perhitungan kebutuhan berat agregat kasar	$k_k \times W_{agr.camp}$	1020,87	kg/cm ³

LAMPIRAN 3
PENGUJIAN NILAI
***SLUMP* DAN BERAT**
VOLUME BETON

Lampiran 3

Pengujian Nilai *Slump* dan Berat Volume Beton

Tujuan pengujian adalah untuk mengukur kelecakan beton segar sekaligus untuk memperkirakan tingkat kemudahan pengerjaan beton tersebut. Nilai *slump* merupakan parameter untuk mengontrol penggunaan air sesuai yang direncanakan dalam perencanaan campuran adukan beton. Dari hasil pengecoran yang kami lakukan di laboratorium menunjukkan bahwa nilai *slump* untuk masing-masing variasi yang kami peroleh sebesar: BN = 8,1 cm, BPI = 7,5 cm, BPII = 8,0 cm, dan BPIII = 7,5 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil pengujian *slump* memenuhi standar penetapan nilai *slump* adukan beton yaitu antara 7,5-15 cm.

Pengujian berat volume beton dilakukan pada dua kondisi, yakni pada saat beton dalam keadaan segar dan setelah mengeras. Pengujian berat volume beton segar dimaksudkan untuk mengetahui berat isi beton beton segar dan dibandingkan dengan berat isi secara analitis yang diperoleh dalam perancangan campuran adukan beton.

Pengujian berat volume beton keras dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan persamaan (7):

$$W_c = \frac{W}{V} \quad \text{.....(7)}$$

Dimana:

W_c = berat volume beton (kg/m³)

W = berat benda uji beton (kg)

V = volume beton (m³)

Tabel 1 Hasil uji *slump*, berat beton segar dan berat volume beton segar

No	Kode benda uji	Tanggal dibuat	<i>Slump</i> (cm)		Ukuran (cm)		Luas, A (cm ²)	Volume, V (m ³)	Berat, W (kg)		Berat Volume, W _c (kg/m ³)	Berat Volume, W _c rata ² (kg/m ³)
			B. Uji	Rata ²	diameter, d	tinggi, t			Basah	Rata ²		
1	BN 1	12-6-12	7,7	7,7	15,0	30,0	176,63	0,005299	12,32	12,45	2325,08	2359,53
2	BN 2	12-6-12	7,7		15,0	29,5	176,63	0,005210	12,40		2379,84	
3	BN 3	12-6-12	7,7		15,0	30,0	176,63	0,005299	12,52		2362,82	
4	BN 4	12-6-12	7,7		15,0	30,0	176,63	0,005299	12,56		2370,37	
5	BP I 1	12-6-12	7,5	7,5	15,0	30,1	176,63	0,005316	12,01	12,05	2259,04	2250,29
6	BP I 2	12-6-12	7,5		15,1	30,3	178,99	0,005423	11,98		2208,97	
7	BP I 3	12-6-12	7,5		15,0	30,3	176,63	0,005352	12,06		2253,47	
8	BP I 4	12-6-12	7,5		15,0	30,2	176,63	0,005334	12,16		2279,68	
9	BP II 1	13-6-12	8,0	8,0	15,0	30,0	176,63	0,005299	11,18	11,45	2109,93	2167,16
10	BP II 2	13-6-12	8,0		14,9	30,0	174,28	0,005228	11,36		2172,78	
11	BP II 3	13-6-12	8,0		15,0	30,0	176,63	0,005299	11,58		2185,42	
12	BP II 4	13-6-12	8,0		15,0	30,0	176,63	0,005299	11,66		2200,52	
13	BP III 1	13-6-12	7,5	7,5	15,0	30,0	176,63	0,005299	11,02	11,08	2079,74	2100,06
14	BP III 2	13-6-12	7,5		15,0	29,5	176,63	0,005210	11,26		2161,05	
15	BP III 3	13-6-12	7,5		15,0	30,0	176,63	0,005299	10,86		2049,54	
16	BP III 4	13-6-12	7,5		15,0	30,0	176,63	0,005299	11,18		2109,93	

Mengetahui
Kepala Lab. Pengujian Beton

Irka Tangke Datu S.ST., M.T
Nip. 1970905 200312 2 002

Pembimbing 1

Nur Aisyah Jalali S.ST., M.T
Nip. 196903014 200312 2 001

The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is a circular emblem. At the top, a banner reads "POLITEKNIK NEGERI". The center features a stylized eagle with spread wings, perched atop a gear. Below the eagle is an open book. At the bottom, another banner reads "UJUNG PANDANG".

LAMPIRAN 4

DOKUMENTASI

LAMPIRAN 4 DOKUMENTASI

1. Foto-foto Alat



Sekop



Timbangan Digital



Ember Plastik



Gerobak



Penggaris baja



Sendok spesi



Concrete cylinder



Alat Slump test



Vibrating table



Compression machine



Saringan Agregat



Concrete Mixer

2. Foto-foto Bahan



Limbah plastik jenis PET

Semen Portland Komposit (PCC)

Agregat halus dari Bili-bili



Pellet plastik (PET)

Air PDAM

Agregat kasar dari Bili-bili

3. Foto-Foto Pengujian Karakteristik





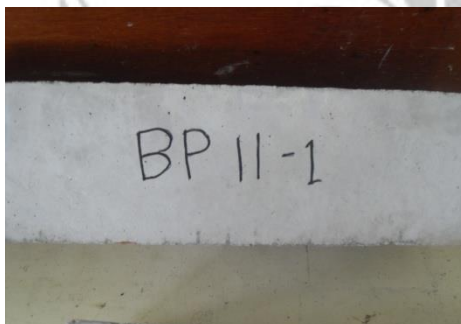
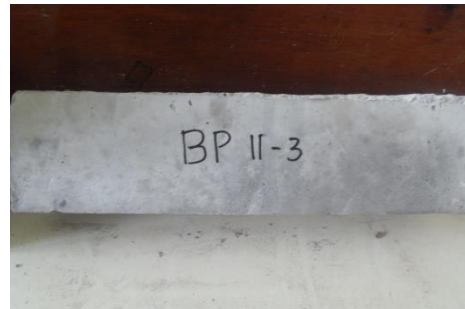
4. Foto-Foto Proses Pembuatan Benda Uji



5. Foto-Foto Pangujian Kuat Tekan Beton



6. Foto-Foto Benda Uji sebelem di Uji Tekan



7. Foto-Foto Benda Uji saat di Uji Kuat Lentur

