

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT
RUMPUT PAYUNG (*CYPERUS ALTERNIFOLIUS*)
TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON KOMPOSIT

SKRIPSI
BIDANG STRUKTUR DAN TEKNOLOGI BAHAN
Diajukan Guna Memenuhi Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :
I GEDE ADI SAPUTRA
201232003

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA
MALANG
2016

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT
RUMPUT PAYUNG (*CYPERUS ALTERNIFOLIUS*)
TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON KOMPOSIT

SKRIPSI
BIDANG STRUKTUR DAN TEKNOLOGI BAHAN
Diajukan Guna Memenuhi Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :
I GEDE ADI SAPUTRA
201232008

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA
MALANG
2016

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

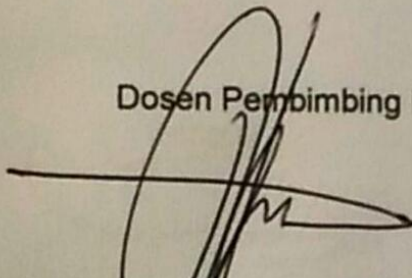
**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI
SERAT RUMPUT PAYUNG (*CYPERUS ALTERNIFOLIUS*)
TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON KOMPOSIT**

Diajukan guna memenuhi syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :
I Gede Adi Saputra
NIM 201232003

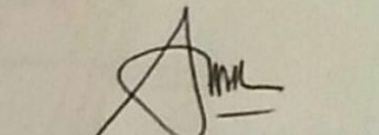
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



Ir. D.J. Djoko H.S., M.Phil., Ph.D
NIDN : 0031016602

Dosen Pembimbing II,

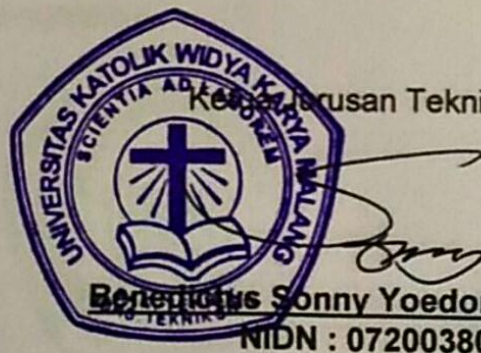


Lila Khamelda, ST., MT
NIDN: 0719127501

Mengetahui,



Fakultas Teknik,
Ir. D.J. Djoko H.S., M.Phil., Ph.D
NIDN : 0031016602



Jurusan Teknik Sipil,
Benediktus Sonny Yoedono, S.Pd., MT
NIDN : 0720038001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Telah diuji dan disahkan di hadapan Dewan Penguji Skripsi
pada tanggal 02 Juli 2016
dan dinyatakan telah lulus dan memenuhi syarat
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik

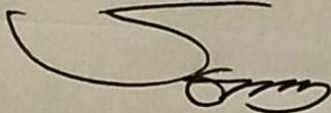
PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT RUMPUT PAYUNG (*CYPERUS ALTERNIFOLIUS*) TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON KOMPOSIT

Disusun oleh :

I Gede Adi Saputra
NIM 201232003

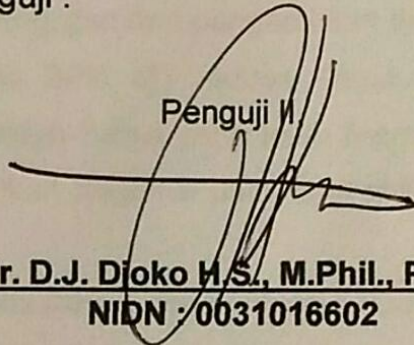
Dengan penguji :

Penguji I,



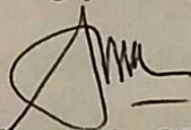
Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., MT
NIDN : 0720038001

Penguji II,



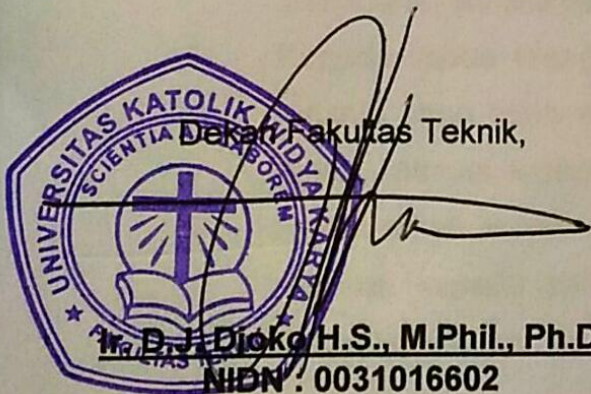
Ir. D.J. Djoko H.S., M.Phil., Ph.D
NIDN : 0031016602

Penguji Saksi,



Lila Khamelda, ST., MT
NIDN : 0719127501

Mengetahui,



Dekan Fakultas Teknik,

Ir. D.J. Djoko H.S., M.Phil., Ph.D
NIDN : 0031016602



Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., MT
NIDN : 0720038001

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas
Katolik Widya Karya Malang :

Nama : I Gede Adi Saputra

NIM : 201232003

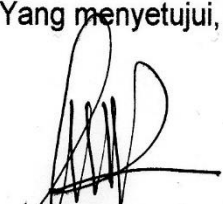
Menyetujui Skripsi/Tugas Akhir saya :

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT RUMPUT PAYUNG (*CYPERUS
ALTERNIFOLIUS*) TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON KOMPOSIT**

Untuk dipublikasikan/ditampilkan dalam ADL (Aptik Digital Library) atau portal
lain untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak
Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan
sebenarnya.

Malang, 1 September 2016
Yang menyetujui,


I Gede Adi Saputra

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat, karunia dan bimbinganNya yang selalu mengiringi langkah penulis dalam melakukan penelitian dan pengerjaan skripsi yang berjudul “**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT RUMPUT PAYUNG (CYPERUS ALTERNIFOLIUS) TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON KOMPOSIT**”, yang mana merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 (S1) Teknik Mesin Universitas Katolik Widya Karya Malang.

Kendati demikian, penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terwujud jika tidak ada bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu maka pada kesempatan yang berbahagia ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Ir. D.J. Djoko H.S.,M.Phil.,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Karya Malang sekaligus sebagai dosen pembimbing I (Satu) yang senantiasa memberikan masukan beserta bimbingan guna menyelesaikan kendala-kendala yang ditemukan di lapangan pada saat melakukan pengujian dan pengambilan data.
2. Bapak Benedictus Sonny Yoedono, SPd., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik sipil Universitas Katolik Widya Karya yang telah memberikan motivasi serta membantu mencarikan referensi pada saat melakukan penelitian.
3. Ibu Lila Khamelda, ST., MT., selaku dosen pembimbing II (Dua) yang telah membantu merevisi tata tulisan sesuai dengan ejaan yang disempurnakan (EYD) serta memberikan saran/masukan terkait penelitian maupun yang lain-lain di dalam proses penyusunan skripsi.
4. Kepada seluruh staf dosen, staf administrasi yang penuh kesabaran melayani, berbagi ilmu pengetahuan dan teknologi serta membantu kelancaran administrasi dari awal kuliah hingga akhir penulisan skripsi.
5. Kepada kedua orang tua kandung beserta seluruh keluarga besar tercinta yang telah memberikan kepercayaan serta dukungan baik moral, spiritual, maupun material selama ini kepada ananda.
6. Rekan-rekan seperjuangan yang turut membantu dan memberikan motivasi kepada penulis sejak awal kuliah hingga sampai tahap menyelesaikan skripsi dengan baik. Serta pihak-pihak lainnya yang

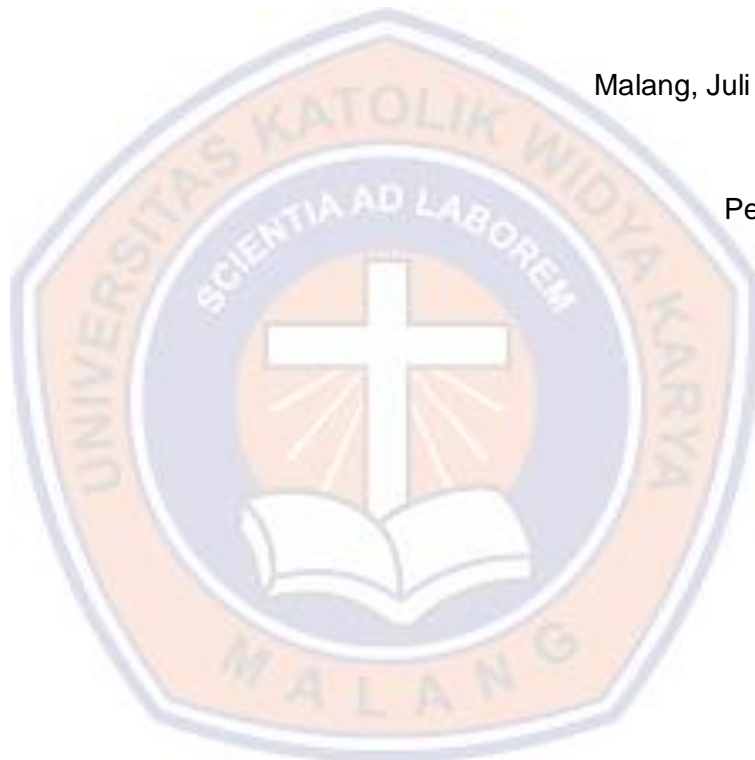
PLAGIARISME ADALAH PELANGGARAN HAK CIPTA DAN ETIKA

tidak bisa penulis sebutkan satu persatu penulis sampaikan terima kasih.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk meningkatkan kualitas laporan skripsi ini. Semoga karya tulis (skripsi) ini berguna dan dapat bermanfaat bagi semua orang.

Malang, Juli 2016

Penulis



ABSTRAKSI

I Gede Adi Saputra, 201232003, 2016, **Pengaruh Variasi Komposisi serat Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Komposit**, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya Malang.

Pembimbing I : Ir. Djoko H.S., M.Phil., Ph.D

Pembimbing II : Lila Khamelda, ST., MT

Kuat tarik beton yang kecil ternyata jadi faktor pendorong dalam pengembangan mutu material tersebut. Salah satu alternatif untuk perbaikan kelemahan tersebut adalah dengan menambahkan serat. Untuk penelitian ini digunakan serat alami yaitu Rumput payung (*Cyperus alternifolius*), kerap juga disebut sebagai tanaman payung lebang atau payung raja dan dikenal dari ciri fisiknya yang khas sama seperti keluarga *cyperus* lainnya. *Cyperus* memiliki beberapa kelebihan dan dapat dimanfaatkan sebagai tanaman pengelolah air limbah. *Cyperus* memiliki batang yang liat sehingga diperkirakan memiliki perilaku mekanik bagus. Beton normal adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus)

Tujuan penelitian adalah mengetahui kekuatan tarik belah beton komposit serat rumput payung (perilaku). Pengujian kekuatan tarik belah pada beton komposit yang diberi bahan tambahan serat rumput payung dengan variasi komposisi serat 0,1% ; 0,3% ; 0,5% dengan panjang 1,5 cm untuk tarik belah beton. Konsentrasi serat rumput payung adalah 0,1% ; 0,3% ; 0,5% terhadap berat beton normal.

Kekuatan tarik belah pada umur 28 hari untuk beton normal sebesar 2,301MPa, untuk beton serat 0,1% sebesar 2,076MPa ; 0,3% sebesar 1,658MPa ; 0,5% sebesar 1,156MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton normal masih memberikan kekuatan tarik yang paling besar di dibandingkan dengan beton serat 0,1% ; 0,3% ; 0,5% dengan nilai kuat tarik belah 2,30MPa. Sehingga dapat di katakan bahwa penggunaan bahan tambahan serat rumput payung belum dapat menjadi salah satu alternatif yang baik untuk meningkatkan kekuatan tarik belah beton komposit.

Kata kunci : Rumput payung, Beton Normal, Kekuatan Tarik Belah

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------|----------|
| Halaman Judul | i |
| Halaman Persetujuan | ii |
| Halaman Pengesahan | iii |
| Kata Pengantar | iv |
| Abstrak | vi |
| Daftar Isi | vii |
| Daftar Tabel..... | x |
| Daftar Gambar | xi |
| Daftar Singkatan dan Lambang | xiii |
| Daftar Lampiran | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH | 2 |
| 1.3 BATASAN MASALAH | 2 |
| 1.4 TUJUAN PENELITIAN | 2 |
| 1.5 KONTRIBUSI | 2 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 BETON | 3 |
| 2.2 SEMEN PORTLAND | 3 |
| 2.2.1 Sifat Kimia | 4 |
| 2.2.2 Sifat dan Karakteristik | 4 |
| 2.3 AGREGAT | 5 |
| 2.3.1 Agregat Alam | 6 |
| 2.3.2 Agregat Halus | 6 |
| 2.3.3 Agregat Kasar | 8 |
| 2.3.4 Bentuk Butiran Agregat | 10 |
| 2.3.5 Bentuk Tekstur Agregat | 11 |
| 2.4 AIR | 12 |
| 2.5 SERAT RUMPUT PAYUNG | 13 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.6 | MIX DESIGN BETON | 13 |
| 2.6.1 | Kuat Tekan Rencana | 14 |
| 2.6.2 | Pemilihan Bahan | 15 |
| 2.6.3 | Faktor Air Semen | 15 |
| 2.6.4 | Nilai Slump | 16 |
| 2.7 | BETON SERAT | 16 |
| 2.7.7 | Serat Alam | 16 |
| 2.8 | KUAT TARIK BELAH BETON ASTM C 496-96 | 18 |
| 2.8.1 | Perhitungan Kuat Tarik Belah ASTM C 496-96 | 20 |
| 2.9 | PENELITIAN TERDAHULU | 21 |
| BAB III | METODE PENELITIAN | 23 |
| 3.1 | JENIS PENELITIAN | 23 |
| 3.2 | OBJEK PENELITIAN | 23 |
| 3.3 | LOKASI PENELITIAN | 23 |
| 3.4 | METODE PENGUMPULAN DATA | 24 |
| 3.4.1 | Alat | 24 |
| 3.4.2 | Bahan | 29 |
| 3.4.3 | Rancangan Penelitian | 31 |
| 3.4.4 | Sampel Penelitian | 32 |
| 3.4.5 | Tahapan Penelitian | 32 |
| 3.5 | METODE PENGOLAHAN DATA | 38 |
| 3.5.1 | Data Dari Hasil Pengujian | 38 |
| 3.5.2 | Data Dari Hasil Pengujian Dan Perhitungan | 39 |
| 3.6 | BAGAN ALIR PENELITIAN | 40 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 41 |
| 4.1 | HASIL PERHITUNGAN MIX DESIGN | 41 |
| 4.2 | UJI SLUMP | 42 |
| 4.3 | BEBAN TARIK MAKSIMUM (P Maks) YANG DITERIMA DARI MESIN UTM DENGAN PANJANG SERAT 1,5 CM | 42 |
| 4.4 | BEBAN TARIK BELAH BETON SILINDER (Ft) PANJANG SERAT 1,5 CM..... | 47 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 51 |

PLAGIARISME ADALAH PELANGGARAN HAK CIPTA DAN ETIKA

DAFTAR PUSTAKA..... xiv

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabel II-1 | Kandungan Bahan-Bahan Kimia Dalam Bahan Baku Semen | 4 |
| Tabel II-2 | Batasan Gradasi Untuk Agregat Halus | 8 |
| Tabel II-3 | Susunan Butir Agregat Halus | 9 |
| Tabel II-4 | Syarat Nilai Slump | 16 |
| Tabel II-5 | Komposisi Campuran Serat Dan Matriks | 21 |
| Tabel II-6 | Komposisi Campuran Serat | 22 |
| Tabel III-1 | Komposisi Serat Rumput Payung | 32 |
| Tabel III-2 | Beban Tarik Maksimum (P Maks) | 38 |
| Tabel III-3 | Kuat Tarik Belah Beton Silinder (Ft) | 39 |
| Tabel IV-1 | Nilai Uji Slump | 42 |
| Tabel IV-2 | Beban Tarik Maksimum (P Maks) | 42 |
| Tabel IV-3 | Kuat Tarik Belah Beton Silinder (Ft) | 49 |



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|---------------|---|----|
| Gambar II-1 | Agregat Alam Batu Pecah | 6 |
| Gambar II-2 | Agregat Halus (pasir) | 7 |
| Gambar II-3 | Agregat Kasar (kerikil) | 8 |
| Gambar II-4 | Macam-macam Bentuk Agregat | 10 |
| Gambar II-5 | Rumput Payung | 13 |
| Gambar II-6 | Tahapan <i>Mix Design</i> Beton | 14 |
| Gambar II-7 | Tipe Susunan Serat | 17 |
| Gambar II-8 | Ketentuan Pengujian Pada Alat | 18 |
| Gambar II-9 | Contoh Pelat Atau Penekan Tambahan | 19 |
| Gambar II-10 | Pengujian Kuat Tarik Belah ASTM C496-96 | 20 |
| Gambar III-1 | Timbangan Digital | 24 |
| Gambar III-2 | Timbangan Dunagan 2500gram | 25 |
| Gambar III-3 | oven | 25 |
| Gambar III-4 | Alat Penggetar Ayakan | 26 |
| Gambar III-5 | Labu Takar Kapasitas 1000cc | 26 |
| Gambar III-6 | Kerucut Uji Slump | 27 |
| Gambar III-7 | Mesin Uji UTM | 28 |
| Gambar III-8 | Cetakan Silinder | 28 |
| Gambar III-9 | Semen Gresik | 29 |
| Gambar III-10 | Agregat Kasar (Kerikil) | 29 |
| Gambar III-11 | Pasir Lumajang | 30 |
| Gambar III-12 | Rumput Payung | 31 |
| Gambar III-13 | Pemotongan Ujung Daun Rumput Payung | 33 |
| Gambar III-14 | Rumput Payung Yang Di Potong 1,5 cm | 33 |
| Gambar III-15 | Adukan Beton Normal Tanpa Serat | 34 |
| Gambar III-16 | Uji Slump | 34 |
| Gambar III-17 | Beton Yang Sudah Tercetak | 35 |
| Gambar III-18 | Menimbang Rumput Payung | 35 |
| Gambar III-19 | Campuran Beton Normal Di Tambah Rumput Payung | 36 |

PLAGIARISME ADALAH PELANGGARAN HAK CIPTA DAN ETIKA

| | |
|--|----|
| Gambar III-20 Hasil Benda Uji Dan Perendaman Benda Uji | 36 |
| Gambar III-21 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Silinder | 37 |
| Gambar IV-1 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal | 44 |
| Gambar IV-2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Serat | 45 |
| Gambar IV-3 Serat Dalam Beton | 46 |
| Gambar IV-4 Foto Mikro Kulit Serat Rumput Payung | 46 |
| Gambar IV-5 Foto Mikro Tanpa Kulit Pada Serat Rumput Payung..... | 47 |



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

| | |
|----------|---|
| f_c | : Kuat Tekan Rata-rata |
| f_{cr} | : Kuat Tekan Rata-rata |
| M | : Nilai Tambah |
| F_t | : Kuat Tarik Belah Dalam (MPa) |
| P | : Beban Uji Maksimum (N) |
| l | : Panjang Benda Uji (mm) |
| d | : Diameter Benda Uji (mm) |
| F_{t1} | : kuat tarik belah rata-rata (MPa) |
| F_{t2} | : kuat tarik belah rata-rata dengan standar deviasi (MPa) |
| n | : jumlah benda uji |
| Sd | : standar deviasi |



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Penggunaan beton dalam bahan bangunan telah lama di kenal. Beton merupakan material komposit yang tersusun dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) dan air yang akan di ikat oleh matriks semen. Perbaikan kualitas serta sifat beton dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan mengganti maupun menambah material pokok semen dan agregat, sehingga dihasilkan beton dengan sifat-sifat spesifik seperti beton ringan, beton berat, dan beton komposit dari serat alam.

Beton sebagai bahan konstruksi tidak hanya terdiri sebagai bahan campuran semen, pasir, kerikil, dan air, tapi juga adanya bahan tambahan (*admixture*) yang dapat meningkatkan kelecakan (*workability*), kuat tarik, kuat tekan, kuat lentur, memperlambat atau mempercepat waktu ikat awal dan sebagainya, sesuai dengan kebutuhan.

Penambahan bahan lain khususnya serat alam dalam beton normal tentu memiliki cara analisis sendiri. Penambahan serat dalam proporsi tertentu kemungkinan dapat mempengaruhi perilaku struktur beton secara keseluruhan. Pengaruh ini perlu diteliti untuk memberikan informasi yang tepat mengenai perilaku dan kapasitas beton berserat khususnya serat dari rumput payung.

Rumput payung (*Cyperus Alternifolius*) adalah tanaman yang sering disebut payung lembang atau payung raja di kenal dengan ciri fisiknya yang khas. Sama halnya seperti keluarga *Cyperus* lainnya. Bentuk fisiknya memang menyerupai payung, berbatang lurus dengan daun yang bulat melebar di bagian atasnya. Bagian pinggir daunnya menyerupai kulit bambu yang tajam dan keras. Kelebihan rumput ini adalah bisa di taman di dua tempat, di darat maupun di air dan di manfaatkan sebagai tanaman pengelolah air limbah. Dengan begitu tanaman ini sering di sebut tanaman semi basah dan memiliki tinggi mencapai 2 meter lebih. Dari ciri-ciri yang di uraikan *Cyperus* memiliki batang yang lemah (tidak kaku), dan tidak mudah patah dan putus. Maka dari itu di perkirakan memiliki perilaku mekanik (kekuatan) yang bagus sebagai bahan komposit beton normal.

Dalam penelitian ini mencoba mengaplikasikan variasi serat rumput payung dengan dikombinasikan terhadap campuran beton normal sebagai bahan penambah pada beton.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Dari uraian dan pembahasan di atas maka rumusan masalah yang dapat dikemukakan adalah :

Bagaimana pengaruh variasi komposisi serat rumput payung (*Cyperus alternifolius*) terhadap kuat tarik belah beton komposit ?

1.3. BATASAN MASALAH

Dalam pelaksanaan ini, adapun batasan masalah di penelitian ini sebagai berikut :

1. Panjang serat yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,5 cm
2. Tidak melakukan pengujian kuat tarik pada serat rumput payung

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh variasi komposisi serat tanaman rumput payung (*Cyperus alternifolius*) terhadap kuat tarik belah beton komposisi

1.5. KONTRIBUSI

1. Dari dunia sains adanya pengaruh penambahan serat rumput payung terhadap kuat tarik belah beton
2. Terhadap teknologi adanya penemuan baru beton serat alam dengan penambahan serat rumput payung.
3. Hasil dari produk agar bisa digunakan untuk struktur bangunan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 BETON

Beton adalah suatu campuran yang berisi pasir, kerikil/batu pecah/agregat lainnya yang di campurkan menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air yang membentuk suatu massa yang sangat mirip seperti batu(Mulyono, 2003).

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun dari bahan semen sebagai bahan ikatnya, agregat kasar, agregat halus air dan bahan tambah lainnya. Banyak sifat-sifat beton yang dapat di perbaiki dengan penambahan serat, di antaranya adalah dengan meningkatkan *daktilitas*, kuat tarik dan kuat lentur, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan terhadap pengaruh kesusutan, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pengelupasan. Serat merupakan bahan tambah yang dapat di gunakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antara lain beton serat baja, serat *Polypropelene* (serat plastik), serat kaca, serat *asbestos* (asbes), serat kavlar, serat karbon, serat kawat, beton dari serat alami (serat rumput payung) dan sebagainya.

2.2 SEMEN PORTLAND

Semen adalah suatu bahan perekat yang berbentuk serbuk halus, bila di tambah air akan terjadi reaksi hidrasi sehingga dapat mengeras dan digunakan sebagai bahan pengikat(Tjokrodimulya, 1996).

Dalam penelitian ini menggunakan semen *portland* tipe I, dengan merek dagang semen gresik, dikarenakan semen gresik telah memulai berbagai proses uji dan memenuhi syarat yang di tetapkan SNI. Dengan beberapa poin dalam SNI yaitu , jumlah kadar MgO (Magnesium Oksida) dalam semen harus < 6%. Jika kadar MgO lebih dari batas tersebut maka akan terjadi keretakan pada bangunan dan akibat paling fatal dapat mengakibatkan keruntuhan. SNI juga mensyaratkan nilai pemuaihan harus < 0,8%.

Semen *portland* berfungsi sebagai pengikat bahan-bahan bangunan yang lain (batu bata, batu kali, pasir). Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat.

2.2.1 Sifat kimia

Karena bahan dasarnya terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi, maka bahan-bahan ini menjadi unsur-unsur pokok semennya. Sebagai hasil perubahan susunan kimia yang terjadi diperoleh susunan kimia kompleks. Kandungan bahan kimia dalam semen dapat dilihat Tabel II-1.

Tabel II-1 Kandungan Bahan-bahan Kimia Dalam Bahan Baku Semen

| Oksida | % |
|---|-------|
| Kapur, CaO | 60-65 |
| Alumina, Al ₂ O ₃ | 17-25 |
| Silika, SiO ₂ | 3-8 |
| Besi, Fe ₂ O ₃ | 0,5-6 |
| Magnesia, MgO | 0,5-4 |
| Sulfur, SO ₃ | 1-2 |
| Soda/potash, Na ₂ O+K ₂ O | 0,5-1 |

(Sumber : SNI 15-2049-2002)

2.2.2 Sifat dan Karakteristik

1. **Kehalusan Butir**

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan (*setting time*) menjadi semakin lama jika butir semen lebih kasar. Kehalusan penggilingan butir semen dinamakan penampang spesifik, yaitu luas butir permukaan semen. Jika permukaan penampang semen lebih besar, semen akan memperbesar bidang kontak dengan air. Semakin halus butiran semen, proses hidrasinya semakin cepat, sehingga kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir akan berkurang.

2. **Waktu Ikat**

Waktu ikat yang di perlukan semen terhitung dari mulai beraksi dengan air dan menjadi pasta semen sehingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan yang di sebut waktu ikat. Waktu ikat semen di bagi menjadi dua yaitu waktu ikat awal (*initial time*) dan waktu ikatan air (*final setting time*). Waktu ikat awal adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi tidak plastis, sedangkan waktu ikat akhir adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi keras. Yang di maksud dengan keras

pada waktu ikat akhir adalah bentuk dari pada semen sudah kaku, tetapi pasta semen yang terkondisi kaku tersebut belum bisa di bebani, baik oleh berat sendiri maupun beban dari luar. Waktu ikat awal menurut SNI minimum 45 menit, sedangkan waktu ikat akhir maksimum 360 menit.

3. Panas Hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air, dinyatakan dalam kalori/gram. Jumlah panas yang dibentuk antara lain bergantung pada jenis semen yang dipakai dan kehalusan butir semen. Dalam pelaksanaan, perkembangan panas ini dapat mengakibatkan masalah yakni timbulnya retakan pada saat pendinginan. Pada beberapa struktur beton, terutama pada struktur beton mutu tinggi, retakan ini tidak diinginkan. Oleh karena itu perlu dilakukan pendinginan melalui perawatan (*curing*) pada saat pelaksanaan.

4. Tipe-Tipe Semen

Sesuai dengan tujuan dan pemakaiannya, semen *Portland* di Indonesia dibagi menjadi 5 Tipe, yaitu :

- a. Tipe I : semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
- b. Tipe II : semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III : semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
- d. Tipe IV : semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- e. Tipe V : semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan yang sangat tahan terhadap sulfat.

2.3 AGREGAT

Agregat adalah butiran-butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton (Tjokrodimulya, 1996). Agregat menempati sebanyak kurang lebih 70% dari volume beton atau mortar. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, di mana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat yang berukuran besar.

2.3.1 Agregat Alam

Agregat alam adalah agregat yang menggunakan bahan baku dari batu alam. Jenis batuan yang baik di gunakan untuk agregat harus kasar, kompak (seragam), kekal dan tidak pipih. Agregat alam terdiri dari :

1. Kerikil dan pasir alam, agregat yang berasal dari penghancuran oleh alam dari batu induknya. Biasanya sering ditemukan di sekitar sungai atau di daratan, agregat beton alami berasal dari pelapukan batuan besar, baik dari batuan beku, sedimen, maupun metamorf. Bentuknya bulat tetapi banyak tercampur dengan kotoran dan tanah liat. Oleh karena itu jika akan digunakan dalam campuran beton harus melakukan pencucian terlebih dahulu.
2. Agregat batu pecah, yaitu agregat yang terbuat dari batu alam yang dipecah dengan ukuran tertentu.



Gambar II-1 Agregat Alam Batu Pecah
(sumber : <http://tukangbata.blogspot.co.id>)

2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran pada beton. Sesuai dengan SNI 03 – 2847 – 2002, bahwa agregat halus merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir kurang dari 5 mm atau yang lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No. 200. Agregat halus (pasir) berasal dari *disintegrasi* alami dari batuan alam atau pasir batuan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*).



Gambar II-2 Agregat Halus (Pasir)
(sumber : <http://civilkitau.blogspot.co.id>)

Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh SNI dan ASTM (*American Society for Testing and Material*). Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregat tersebut baik dan bisa dipakai dalam campuran beton. Adapun syarat-syarat tersebut adalah :

1. Kadar lumpur atau bagian butir yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan No. 200).
2. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel lainnya maksimum 0,5 %.
3. Bebas dari zat organik yang merugikan beton
4. Tidak boleh mengandung bahan reaktif terhadap alkali, karena agregat halus akan digunakan untuk membuat beton yang akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh untuk beton dengan semen yang kadar alkalinya di hitung setara Natrium Oksida ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$) tidak lebih dari 0,6 %, atau dengan menambahkan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaian yang dapat membahayakan bagi beton karena reaksi dari alkali agregat tersebut.
5. Memiliki sifat kekal, diuji dengan larutan garam sulfat.
 - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian hancur maksimum 10 %
 - b. Jika dipakai Magnesium, bagian hancur maksimum 15 %
6. Susunan butir agregat
Agregat halus harus mempunyai susunan besar butir dalam batas-batas berikut :

Tabel II-2 Batasan Gradasi untuk Agregat Halus

| Ukuran saringan ASTM | Persentase berat yang lolos pada tiap saringan |
|----------------------|--|
| 9,5 mm (3/8 in) | 100 |
| 4,76 mm (No. 4) | 95-100 |
| 2,36 mm (No. 8) | 80-100 |
| 1,19 mm (No. 16) | 50-85 |
| 0,595 mm (No. 30) | 25-60 |
| 0,300 mm (No. 50) | 10-30 |
| 0,150 mm (No. 100) | 2-10 |

(sumber : SNI 03-2847-2002)

Agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos lebih dari 45 % pada suatu ukuran ayakan dan tertahan pada ayakan berikutnya. Modulus halus tidak boleh kurang dari 2,3 dan lebih dari 3,1.

2.3.3 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Sesuai dengan SNI 03 – 2847 – 2002, bahwa agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir antara 5,00 mm sampai 40 mm. Agregat kasar (kerikil) berasal dari *disintegrasi* alami dari batuan alam.



Gambar II-3 Agregat Kasar (Kerikil)
(sumber : <http://www.indonetwork.co.id>)

Agregat kasar harus mempunyai gradasi yang baik, antaranya harus terdiri dari butiran yang beragam berasasnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga, sehingga akan mengurangi penggunaan semen atau penggunaan semen yang minimal.

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

1. Kerikil atau batu pecah harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori serta mempunyai sifat kekal (tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan). Agregat yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.
2. Tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali jika agregat kasar digunakan untuk membuat beton yang akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh untuk membuat beton dengan semen yang kadar alkalinya dihitung setara Natrium Oksida tidak lebih dari 0,6 %, atau dengan menambahkan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaian yang dapat membahayakan oleh karena reaksi alkali-agregat tersebut.
3. Susunan butiran agregat kasar (gradasi)
Agregat kasar harus mempunyai susunan butiran dalam batas-batas seperti yang terlihat pada Tabel II-3 :

Tabel II-3 Susunan Besar Butiran Agregat Kasar

| Ukuran Lubang Ayakan (mm) | Persentase Lolos Kumulatif (%) |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 38,10 | 95-100 |
| 19,10 | 35-70 |
| 13,80 | 10-30 |
| 4,75 | 0-5 |

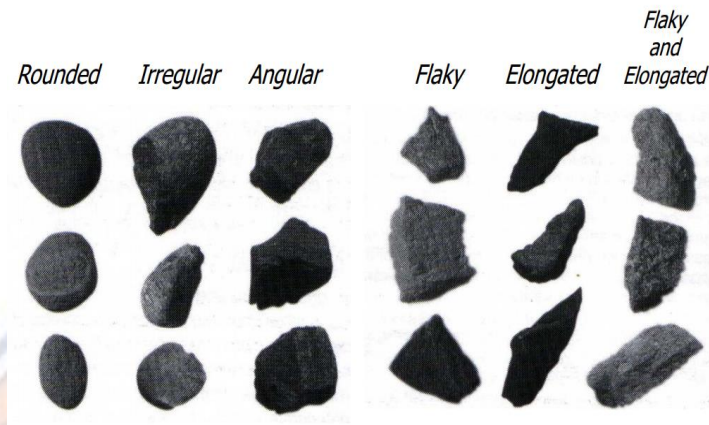
(Sumber : SNI 03-2847-2002)

4. Agregat kasar tidak boleh mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton seperti bahan-bahan yang reaktif sekali dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan NaOH.
5. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (terhadap berat kering) dan apabila mengandung lebih dari 1%, agregat kasar tersebut harus dicuci.
6. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan *standard* ISO harus memenuhi syarat Besar butir agregat kasar maksimum tidak boleh lebih daripada 1/5 jarak

7. terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $\frac{1}{3}$ dari tebal pelat atau $\frac{3}{4}$ dari jarak bersih minimum antara batang-batang atau berkas tulangan.

2.3.4 Bentuk Butiran Agregat

Bentuk agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya di pengaruhi oleh proses geologi buatan yang terbentuk secara alamiah.



Gambar II-4 Macam-macam Bentuk Agregat
(sumber : <http://rauyanfauzi.blogspot.co.id>)

Klasifikasi agregat berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut :

1. Agregat Bulat

Agregat ini terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air atau keseluruhan terbentuk karena pengerasan. Rongga udara minimum 33%, sehingga rasio luas permukaannya kecil. Beton yang di hasilkan dari agregat ini kurang cocok untuk struktur yang menekan pada kekuatan, sebab ikatan antara agregat kurang kuat.
2. Agregat Bulat Sebagian atau Tidak Teratur

Agregat ini secara alamiah berbentuk tidak teratur. Sebagian bentuk karena pergeseran sehingga permukaan atau sudut-sudutnya berbentuk bujur, rongga udara pada agregat ini lebih tinggi, sekitar 35%-38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah di kerjakan. Beton yang di hasilkan dari agregat ini belum cukup baik untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antara agregat belum cukup baik (masih kurang kuat).
3. Agregat Bersudut

Agregat ini mempunyai sudut-sudut tampak jelas, yang terbentuk di tempat-tempat perpotongan bidang-bidang dengan permukaan kasar rongga udara pada agregat ini sekitar 38%-40%, sehingga membutuhkan lebih banyak lagi pasta semen agar mudah di kerjakan. Beton yang di hasilkan dari agregat

ini cocok untuk struktur yang menekan pada kekuatan karena ikatan antara agregat baik (kuat).

4. Agregat Panjang

Agregat ini panjangnya jauh lebih besar dari pada lebarnya dan lebarnya jauh lebih besar dari pada tebalnya. Agregat ini disebut panjang jika ukuran terbesarnya lebih dari $9/5$ dari ukuran rata – rata. Ukuran rata – rata ialah ukuran ayakan yang meloloskan dan menahan butiran agregat. Sebagai contoh, agregat dengan ukuran rata – rata 15 mm akan lolos ayakan 19 mm dan tertahan oleh ayakan 10 mm. Agregat ini dinamakan panjang jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari 27 mm ($9/5 \times 15$ mm). Agregat jenis ini akan berpengaruh buruk pada mutu beton yang akan dibuat. Kekuatan tekan beton yang dihasilkan agregat ini adalah buruk.

5. Agregat Pipih

Agregat disebut pipih jika perbandingan tebal agregat terhadap ukuran – ukuran lebar dan tebalnya lebih kecil. Agregat pipih sama dengan agregat panjang, tidak baik untuk campuran beton mutu tinggi. Dinamakan pipih jika ukuran terkecilnya kurang dari $3/5$ ukuran rata – ratanya.

6. Agregat Pipih dan Panjang

Pada agregat ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar daripada lebarnya. Sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari tebalnya.

2.3.5 Bentuk Tekstur Agregat

Permukaan agregat yang kasar akan menghasilkan ikatan yang lebih baik jika dibandingkan dengan permukaan agregat yang licin. Jenis agregat berdasarkan tekstur permukaannya dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Agregat Campuran

Agregat ini dapat terdiri dari batuan berbutir halus atau kasar yang mengandung bahan – bahan berkilat yang tidak dapat terlihat dengan jelas melalui pemeriksaan visual.

2. Agregat Berbutir (*Granular*)

Pecahan agregat jenis ini memiliki bentuk bulat dan seragam.

3. Agregat Licin/Halus (*Glassy*)

Agregat jenis ini lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat dengan permukaan kasar. Agregat licin terbentuk akibat dari pengikisan oleh air, atau akibat patahnya batuan berbutir halus atau batuan yang berlapis – lapis. Dari hasil penelitian, kekasaran agregat akan

menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan butir agregat sehingga beton yang menggunakan agregat ini cenderung mutunya akan lebih rendah.

4. Agregat Kristalin (*Cristalline*)

Agregat jenis ini mengandung kristal – kristal. Tidak tampak dengan jelas melalui pemeriksaan visual.

5. Agregat Sarang Labah

Agregat ini tampak dengan jelas pori – porinya dan rongga – rongganya. Melalui pemeriksaan visual kita dapat melihat lubang – lubang pada batuanannya.

2.4 AIR

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan pada pembuatan beton untuk bereaksi dengan semen, serta membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Air yang digunakan sebagai campuran harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton. Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan (PBI 1971) :

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (C1) lebih dari 0,5 gram/liter
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan beton. Besi dan zat organis dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

2.5 SERAT RUMPUT PAYUNG

Tanaman yang sering disebut payung lembang atau payung raja ini di kenal dari ciri fisiknya yang khas. Sama halnya seperti keluarga *Cyperus* lainnya. Bentuk fisiknya memang menyerupai payung, berbatang lurus dengan daun yang bulat melebar di bagian atasnya. Bagian pinggir daunnya menyerupai kulit bambu yang tajam keras. Kelebihan rumput payung ini adalah bisa di tanam di dua tempat, di darat maupun di air. dengan begitu, tanaman ini sering disebut tanaman semi basah (Frumos,2009). Bila batangnya digiling akan menghasilkan serat. Berikut klasifikasi rumput payung :

- a. Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
- b. Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
- c. Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
- d. Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
- e. Kelas : Liliopsida (berkeping satu / monokotil)
- f. Sub Kelas : Commelinidae
- g. Ordo : Cyperales
- h. Famili : Cyperaceae
- i. Genus : *Cyperus*
- j. Spesies : *Cyperus alternifolius*



Gambar II-5 rumput payung
(sumber : <http://albaniahypoallergenic.blogspot.co.id>)

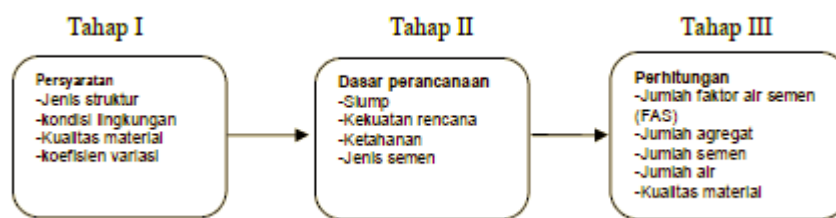
2.6 MIX DESIGN BETON

Mix design adalah merupakan sebuah proses, pemilihan komposisi campuran yang sesuai untuk pembuatan beton dan menentukan jumlah relatif dengan tujuan menghasilkan beton dengan cara paling ekonomis tanpa

mengurangi kriteria minimum yang diizinkan antara lain adalah kekuatan rencana. (Tjokrodimulya, 1996)

Pembuatan *mix design* beton dimulai dengan perbandingan volume sederhana dari semen, pasir dan kerikil, misal 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil. *Mix design* seperti ini dikenal dalam peraturan beton bertulang Indonesia 1995. Kenyataan tidak begitu memuaskan karena hanya berdasarkan volume campuran tidak memperhatikan faktor kondisi lingkungan, ukuran butir agregat, kualitas material, kelecakan, jenis semen, faktor air semen (FAS). Dalam perkembangannya faktor-faktor tersebut sangat berpengaruh pada mutu *mix design* beton. (Tjokrodimulya, 1996)

Prosedur perencanaan mutu beton ada 3 tahap. Tahap pertama adalah mengumpulkan persyaratan penggunaan struktur beton tersebut, kondisi lingkungan, ukuran penampang agregat. Dari persyaratan tersebut ditentukan tahap kedua yaitu dasar perencanaan campuran misalnya kuat rencana, slump, ukuran butir agregat. Dari tahap kedua inilah sebagai dasar tahap ketiga yaitu perhitungan komposisi penyusun beton (Tjokrodimulya, 1996). Tahapan-tahapan tersebut dapat dipaparkan dalam gambar II.6 :



Gambar II-6 Tahapan *Mix Design* Beton

Rencana pembuatan beton menggunakan SNI 03-2834-2002 tentang “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal”. Dengan langkah lebih detail terdapat pada lampiran perhitungan *mix design*.

2.6.1 Kuat Tekan Rencana

Kuat tekan rencana adalah kuat tekan yang di rencanakan dalam penelitian ini yaitu 30 MPa pada umur 28 hari. Didalam peraturan SNI kuat tekan rata – rata harus digabungkan dengan nilai tambah. Jika sebelumnya tidak memiliki data pengujian beton maka nilai tambah tidak boleh kurang dari 12, sehingga dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f_{cr} = f'_c + M$$

$$f_{cr} = f'_c + 12$$

Dimana :

- f'_c = Kuat Tekan Rencana
- f_{cr} = Kuat Tekan Rata-Rata
- M = Nilai Tambah

Nilai kuat tekan rata-rata merupakan nilai yang digunakan dalam pembuatan campuran beton sehingga nilai harus lebih besar dari nilai kuat rencana. Hal ini dilakukan sebagai pertimbangan akan adanya kesalahan yang mungkin terjadi pada saat pencampuran dan pengadukan yang kurang merata yang akan mengakibatkan penurunan kualitas pada saat pengujian.

2.6.2 Pemilihan Bahan

1. Semen
Semen yang digunakan harus yang memenuhi SNI 15-2049-2004 dan semen yang di gunakan dalam penelitian ini semen portland tipe I
2. Agregat Kasar
Berat jenis agregat kasar dan penyerapan harus memenuhi syarat yang di tetapkan ASTM di antaranya : berat jenis $\geq 2,50 \text{ gram/cm}^3$; penyerapan $\leq 1,50\%$; kadar air $\leq 1,50\%$.
3. Agregat Halus
Berat jenis agregat kasar dan penyerapan harus memenuhi syarat yang di tetapkan ASTM di antaranya : berat jenis $\geq 2,50 \text{ gram/cm}^3$; penyerapan $\leq 2,30\%$; kadar air $\leq 1,50\%$.
4. Air
Air yang digunakan tidak mengandung kotoran atau bahan kimia lain. Air harus jernih.
5. Rumput Payung
Rumput payung yang digunakan haruslah yang telah kering. Ukuran harus sesuai dengan rencana penelitian yang yakni 1,5 cm. Setiap ukuran di variasikan dengan prosentase serat terhadap berat total satu silinder beton normal yang didapat dari hitungan *mix design* dengan variasi 0,1%, 0,3%, 0,5%.

2.6.3 Faktor Air Semen

Faktor air semen merupakan perbandingan berat total air terhadap berat total semen. Faktor air semen harus sesuai dengan SNI 03-2834-2003.

2.6.4 Nilai Slump

Nilai sump adalah nilai yang menjadi acuan untuk pembuatan beton, untuk menentukan tingkat kelecakan, selain itu juga nilai slump juga berpengaruh terhadap proses pengerjaan beton dilihat dari tingkat kemudahan dalam pengecoran. Berikut beberapa perbedaan nilai slump sesuai dengan jenis pekerjaan yang direncanakan :

Tabel II-4 Syarat Nilai Slump

| Pemakaian Beton | Slump (mm) | |
|---|------------|-----|
| | Maks | Min |
| Dinding, pelat pondasi, dan pondasi telapak bertulang. | 125 | 50 |
| Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur bawah tanah. | 90 | 25 |
| Pelat, balok, kolom dan dinding. | 150 | 75 |
| Perkerasan jalan. | 75 | 50 |
| Pembetonan masal | 75 | 25 |

(Sumber : SNI 03-2834-2002)

2.7 BETON SERAT

Beton serat adalah beton yang cara pembuatan ditambah dengan serat. Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik. Terdapat 4 macam jenis beton serat menurut bahan tambah serat yang digunakan yakni beton serat baja (*Steel Fiber Reinforced Concrete, SFRC*), beton serat kaca (*Glass Fiber Reinforced Concrete, GFRC*), beton sera sintesis-plastik (*Synthetic Fiber Reinforced Concrete, SFRC*), beton serat karbon (*Carbon Fiber Reinforced Concrete, CFRC*) dan beton serat alam (*Natural Fiber Reinforced Concrete, NFRC*). Dalam penelitian ini serat yang di gunakan adalah beton serat alam (*Natural Fiber Reinforced Concrete, NFRC*) yang terbuat dari rumput payung.

2.7.1 Serat Alam

Serat alam yaitu serat yang berasal dari alam (bukan buatan ataupun rekayasa manusia). Serat alam atau bisa dibilang sebagai serat alami ini yang biasanya didapat dari serat tumbuhan (pepohonan) seperti pohon bambu, pohon kelapa, pohon pisang serta tumbuhan lain yang terdapat serat pada batang maupun daunnya. Serat alam yang berasal dari binatang, antara lain bisa kotoran kulit, dan bulu binatang atau bagian tulang dan sebagainya.

Penelitian dan penggunaan serat alami berkembang dengan sangat pesat dewasa ini karena serat alami banyak memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat buatan (rekayasa), keunggulan dari serat alami seperti beban lebih ringan, bahan mudah didapat, harga relatif murah dan yang paling penting ramah lingkungan terlebih Indonesia memiliki kekayaan alam yang begitu melimpah. Penggunaan serat alami dewasa ini sudah merambah berbagai bidang kehidupan manusia, layaknya serat buatan, serat alami juga mampu digunakan sebagai modifikasi dari serat buatan. Dari penjelasan beton serat yang diperkuat serat dapat digolongkan menjadi 2 yaitu :

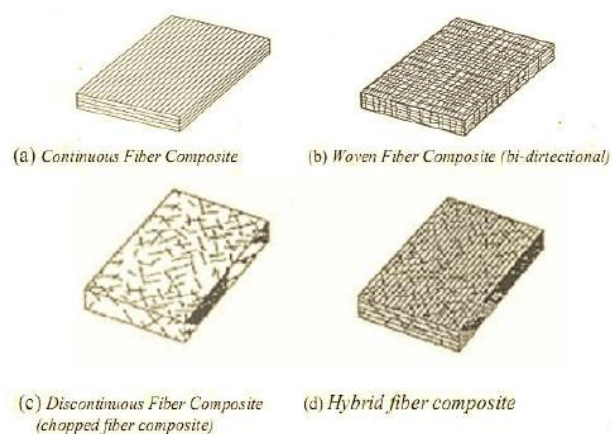
1. Serat Pendek (*Short Fiber*)

Berdasarkan arah orientasi material komposit yang diperkuat dengan serat pendek dapat dibagi menjadi dua yaitu serat acak (*inplane random arientasi*) dan serat satu arah. Tipe serat acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih di bawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.

2. Serat Panjang (*Long Fiber*)

Keistimewaan serat panjang adalah lebih mudah di orientasikan, jika dibandingkan dengan serat pendek. Secara teoritis serat panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan dari suatu titik pemakainya.

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat yaitu :



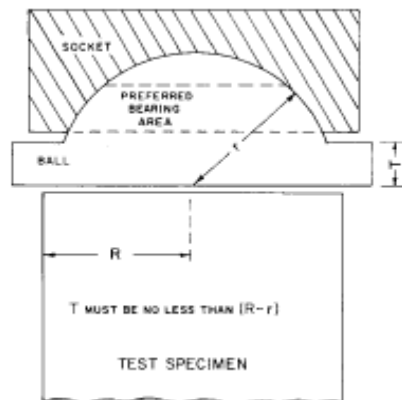
Gambar II-7 Tipe Susunan Serat
(sumber : siregar, 2011)

1. *Continuous Fiber Composite*
Continuous atau searah, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina di antara matriksnya. Jenis komposit ini paling banyak digunakan. Kekurangan tipe ini adalah lemahnya kekuatan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.
2. *Woven Fiber Composite*
Woven atau tidak searah, komposit ini tidak mudah terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan tidak sebaik tipe *Continuous Fiber*.
3. *Discontinuous Fiber Composite*
 Komposit ini sama dengan komposit serat pendek.
4. *Hybrid fiber composite*
Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Pertimbangannya supaya dapat mengurangi kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

2.8 KUAT TARIK BELAH BETON ASTM C 496-96

kuat tarik belah adalah kuat tarik beton yang di tentukan berdasarkan kuat tekan-belah silinder beton yang ditekan pada sisi panjangnya. Pengujian kuat tarik belah dilaksanakan pada beton umur 28 hari. Syarat-syarat pengujian kuat tarik belah beton menurut ASTM C 496-96 sebagai berikut :

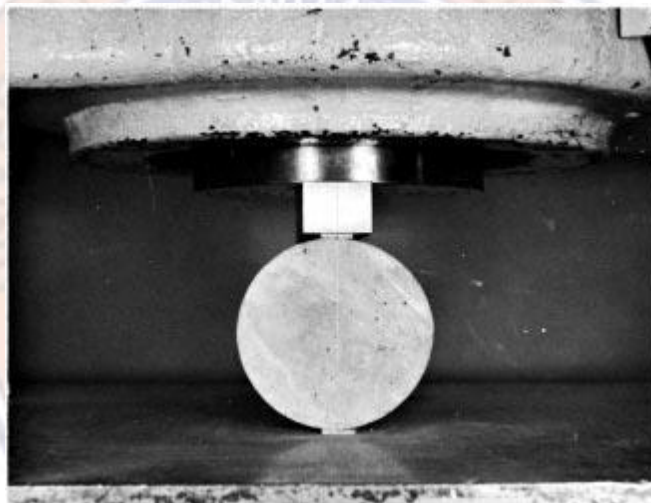
1. Mesin Uji Tekan
 mesin uji tekan yang digunakan untuk pengujian kuat tarik belah beton harus memenuhi syarat ASTM C33 ketentuan yang berlaku pada pengujian kuat tekan untuk benda uji beton.



Gambar II-8 Ketentuan Pengujian Pada Alat
 (sumber : ASTM C33)

2. Pelat Atau Batang Penekan Tambahan

Pelat atau batang penekan tambahan diperlukan bila diameter atau panjang benda uji lebih besar dari ukuran permukaan tekan dari mesin uji yang digunakan; pelat atau batang penekan tambahan tersebut harus dipasangkan pada bagian bawah dan bagian atas dari mesin uji tekan dan harus terbuat dari pelat baja yang memiliki tingkat kerataan $\pm 0,025$ mm bila diukur tegak lurus terhadap setiap titik pada garis singgung bidang tekan. Pelat atau batang penekan tambahan tersebut harus berukuran lebar minimal 51 mm dengan jumlah 2 buah dan tebal minimal sama dengan jarak antara tepi bidang tekan bagian bawah dari mesin uji hingga ujung silinder benda uji. Pelat atau batang penekan tambahan tersebut harus digunakan sedemikian rupa hingga beban tekan diberikan pada seluruh panjang benda uji.



Gambar II-9 Contoh Pelat atau Batang Penekan Tambahan
(Sumber :ASTM C496-96)

3. Bantalan Bantu Pembebanan

Untuk setiap benda uji harus disediakan dua buah bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis tanpa cacat setebal 3,2 mm dengan lebar 25 mm dan sedikit lebih panjang dari panjang benda uji. Bantalan bantu pembebanan harus diletakkan di antara benda uji dan permukaan tekan mesin uji. Bila menggunakan pelat atau batang penekan tambahan harus diletakkan di antara benda uji dan pelat atau batang penekan tambahan tersebut seperti pada gambar II-8.

2.8.1 Perhitungan Kuat Tarik Belah ASTM C 496-96

Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, nilai slump, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan meletakkan benda uji pada sisinya di atas mesin dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter di sepanjang benda uji. Lapisilah permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata, dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris. Jalankan mesin desak dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing-masing benda uji. Dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar II-10 Pengujian Kuat Tarik Belah ASTM C496-96
(sumber : ASTM C496-96)

Untuk menghitung kuat tarik belah dari benda uji dengan rumus sebagai berikut :

$$F_t = \frac{2P}{\pi ld}$$

Di mana :

F_t = Kuat Tarik Belah Dalam (MPa)

P = Beban Uji Maksimum (N)

l = Panjang Benda Uji (mm)

d = Diameter Benda Uji (mm)

Dari data awal tersebut, dicari kuat tarik belah rata-rata. Perhitungan kuat tarik belah rata-rata harus menggunakan nilai standar deviasi. Berikut rumus yang digunakan :

$$F_{t1} = \frac{\sum F_t}{n}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Ft - Ft_{r1})^2}{(n-1)}}$$

$$Ft_{r2} = Ft_{r1} - 1,645.Sd$$

Di mana :

Ft_{r1} = Kuat Tarik Belah Rata-Rata (MPa)

Ft_{r2} = Kuat Tarik Belah Rata-Rata Dengan Standar Deviasi (MPa)

n = Jumlah Benda Uji

Sd = Standar Deviasi

2.9 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Seperti penelitian sebelumnya saudara

1. Ermennildus, (2015) telah meneliti Pengujian terhadap kuat tarik rumput payung yang dicampur dengan bahan matrik berupa semen Portland (OPC). Pengujian menggunakan 12 buah benda uji (spesimen). Setiap benda uji memiliki komposisi berikut :

Tabel II-5 komposisi campuran serat dan matriks

| Komposisi | Jumlah Spesimen |
|---------------------------|-----------------|
| 97,5% serat + 2,5% matrik | 3 |
| 95% serat + 5% matrik | 3 |
| 92,5% serat + 7,5% matrik | 3 |
| 90% serat + 10% matrik | 3 |

(sumber : ermenildus,2015)

Dari hasil pengujian di dapat kesimpulan bahwa dari 4 perbedaan komposisi, beban tarik maksimum didapat pada benda uji dengan 90% serat + 10% matrik. Komposisi ini memiliki nilai rata-rata 866,67 N. Untuk tegangan tarik maksimum juga didapat pada komposisi 90% serat + 10% matrik dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 4,25 N/mm²

2. Hidayat (2009) telah meneliti pengaruh penambahan serat bambu terhadap sifat mekanik beton dengan komposisi sebagai berikut :

Tabel II-5 Komposisi Campuran Serat

| Komposisi serat | Diameter serat (mm) |
|-----------------|---------------------|
| 0,2% | 1 |
| 0,4% | 1 |
| 0,6% | 1 |
| 0,8% | 1 |
| 1% | 1 |

(sumber : Hidayat (2009))

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan kuat tarik belah naik setelah ditambah serat bambu. Beton tanpa serat nilai kuat tarik beton sebesar 2,31MPa. Sedangkan beton serat dengan serat 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1% nilai kuat tarik beton berturut-turut sebesar 2,59MPa, 2,90MPa, 3,30MPa, 2,24MPa dan 2,12MPa. Pada beton serat dengan serat 0,6% adalah kenaikan terbesar yaitu 42,86% dari beton tanpa serat.

