

FIBER POLYPROPYLENE IN MIXED CONCRETE AND CEMENT MORTAR

FIBER POLYPROPYLENE DALAM CAMPURAN BETON DAN MORTAR SEMEN

F.Eddy Poerwodihardjo

Dwi Istiningsih

Dosen Fakultas Teknik Sipil S1 Universitas Wijayakusuma Purwokerto

Dosen Fakultas Teknik Arsitektur S1 Universitas Wijayakusuma Purwokerto

email: ferdinandeseddy@yahoo.com

ABSTRACT

The use of fiber Polypropylene in Mixed Concrete and Cement Mortar for buildings has been widely recommended, to improve the performance of tensile strength and flexural strength of concrete and cement mortar so as to increase the strength of the structure against earthquake forces. Polypropylene fibers are available in two forms namely monofilament (spinning) and fiber movies. Properties of polypropylene fibers has a regular arrangement of atoms in the molecule polymer with a high crystallisation called Isotactic Polypropylene, with a melting point of 165 °C, is Hydrophobic / not-wet cement paste and do not absorb water.

Mixing of fibers in fresh concrete and mortar mixing cement made at the time before the mixing process ends. Mixer fibers will scatter evenly on the concrete / cement mortar so that the process of casting / molding and compaction to the structural elements can be done easily, either structural elements thick and thin structure elements. This is evident from the results Slump test or V-B test on Fas 0.5 by 5-10 cm.

The nature of hard concrete and cement mortar mixed with polypropylene fibers have good strong belt, the number of cracked slightly and lower heat of hydration. From the results of various tests increased tensile strength and flexural strength and resistance to impact crushed concrete also increased, better fire resistance to concrete and cement mortar has a level of durability / high durability. From the results of the stress and strain curves show, at a maximum voltage of 20 MN / m² occur fairly large strain after cracking but the stress declined sharply not so strong polypropylene fiber concrete buttress structural loads that occur.

Keywords: fiber-reinforced concrete, tensile strength, durable.

ABSTRAK

Penggunaan fiber *Polypropylene* dalam Campuran Beton dan Mortar Semen untuk bangunan gedung sudah banyak direkomendasikan, untuk meningkatkan kinerja kuat tarik ,kuat lentur beton dan mortar semen sehingga dapat menambah kekuatan struktur terhadap gaya gempa. Serat *polypropylene* tersedia dalam dua bentuk yaitu *monofilament*(pintal) dan serat film. Sifat serat *polypropylene* memiliki susunan atom biasa dalam molekul polymer dengan kristalisasi tinggi yang disebut *Isotactic Polypropylene*, dengan titik leleh 165 °C , bersifat *Hydrophobic*/ tidak basah terkena pasta semen dan tidak menyerap air. Pencampuran serat pada adukan beton segar maupun mortar semen dilakukan pada saat sebelum proses pencampuran berakhir. Pengaduk akan menghamburkan serat secara merata pada adukan beton/mortar semen sehingga proses pengecoran/pencetakan dan pemadatan pada elemen struktur dapat dilakukan dengan mudah, baik elemen struktur yang tebal maupun elemen struktur yang tipis. Hal ini terlihat dari hasil *Slump test* atau *V-B test* pada Fas 0,5 sebesar 5 – 10 cm. Sifat beton keras dan mortar semen yang dicampur serat *polypropylene* memiliki kuat ikat yang baik, jumlah retak sedikit dan panas hidrasi rendah. Dari hasil berbagai pengujian kekuatan tarik dan lentur meningkat, kekuatan terhadap benturan dan ketahanan hancur beton juga meningkat, ketahanan terhadap api lebih baik sehingga beton dan mortar semen memiliki tingkat durabilitas/keawetan yang tinggi. Dari hasil kurva tegangan dan regangan menunjukkan, pada tegangan maksimal 20 MN/m² terjadi regangan yang cukup besar setelah terjadi retak tetapi tegangan tidak menurun tajam sehingga beton serat *polypropylene* kuat menopang beban struktur yang terjadi.

Kata kunci : beton serat,kuat tarik,awet.

PENDAHULUAN

A. Sifat Serat *Polypropylene*

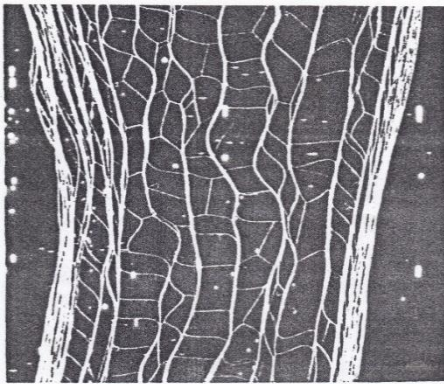


Figure 7.2. Fibrillated polypropylene film split by pin rolling (Reproduced from Hamment, Zonsveld, and Hughes, *Composite*, April 1978, by permission of IPC Science and Technology Press Ltd.)

Gambar 1 Fibrillated polypropylene split by pin rolling

Polypropylene mentah, berasal dari monomer C_3H_6 merupakan hidrokarbon murni, contoh: lem paraffin. Berdasar pada Zonsveld, bahan ini dibuat dengan polimerisasi, yang merupakan molekul berat dan proses produksi sampai menjadi serat gabungan akan memberikan sifat-sifat yang berguna pada serat *polypropylene* ini:

- Susunan atom biasa dalam molekul *polymer* dan kristalisasi tinggi, bernama *Isotactic Polypropylene*.
- Titik leleh yang tinggi $165^{\circ}C$ dan mampu digunakan pada temperatur $100^{\circ}C$ dalam waktu yang lebih singkat.
- Sifat kimiawi bahan akan semakin kuat terhadap serangan hampir semua zat kimia. Bahan kimia tidak akan menyerang beton dan juga tidak akan berpengaruh pada serat. Terhadap serangan zat kimia yang lebih ganas maka betonlah yang akan mengalami kerusakan terlebih dahulu.
- Permukaan yang *Hidrophobic*, tidak akan basah terkena pasta semen, membantu mencegah tekanan pada bahan berserat dan mengembang pada saat pencampuran, atau terletak pada tempat yang tidak perlu air.
- Proses perenggangan telah ditunjukkan pada Gb. 1 pada rantai *polymer* dalam serat, pada kuat tekan benang 159/denier, sama dengan kuat tekan $F_u = 400MN/m^2$.
- Pedoman menunjukkan kelemahan pada daerah *lateral*, dimana terdapat serabut. pasta semen dapat menembus struktur rapat antara serabut sendiri dan

membuat ikatan mekanik antara serat dan pasta semen.

Namun ada beberapa kelemahan bahan yang dicampur dengan serat *polypropylene* yaitu:

- Mudah menyala: api akan meninggalkan beton dengan penambahan porositas yang sama, pada serat yang menjadi satu sebagai serat untuk menahan benturan. Besaran porositas 0,3-1,5 % volume.
- Modulus elastisitas yang rendah, berarti dengan adanya serat menurunkan ketahanan retak dari beton atau mortar semen. Dan dapat menahan desakan sangat tinggi sebelum retak yang kompleks terjadi secara menyeluruh/pecah.
- Ikatan yang rapuh antara serat dan pasta semen dapat berakibat pada kuat tarik rendah.
- Jika terjadi serangan sinar matahari dan oksigen, maka untuk melindungi *Polypropylene* terhadap radiasi ultraviolet dan oksidasi, digunakan penyetabil pada pigmen yang dapat diterima untuk digunakan pada atap beton. Sebagai tambahan, lingkungan beton dalam produksi harus dikondisikan untuk dapat melindungi serat sebaik mungkin sehingga kelemahan dapat dihindari.

Modulus Elastisitas dari serat antara $1 GN/m^2$ - $8 GN/m^2$ tergantung dari tegangan terjadi dan harus lebih rendah dari rata-rata beton, $30 GN/m^2$. Kebanyakan material dan plastik lebih menunjukkan suatu tingkat sensitivitas, peningkatan hasil pengujian kekuatan dalam peningkatan modulus elastisitas mengindikasikan jumlah modulus dinamik pada *film Polypropylene* dapat mencapai $15 GN/m^2$ dan hasil perhitungan yang telah dicapai $10 GN/m^2$. Ketergantungan modulus untuk *Polypropylene* dapat menjadi signifikan ketika kuat impact pada beton *Polypropylene* dipertimbangkan dan terlebih penting untuk mortar semen pada modulus sekitar $20 GN/m^2$.

B. Sifat Komposit Serat *Polypropylene* pada Keadaan Segar

Pencampuran Serat *Polypropylene* Pada Beton Segar

Berbagai cara pencampuran telah digunakan pada pelaksanaan, beberapa menggunakan peralatan tambahan untuk memperkirakan jumlah serat. *Type* dari serat pendek yang dipilih haruslah berdasar pada film, benang pintalan 1400 m/kg, yang dibentuk menjadi panjang 50 mm. sebagai serat yang tidak dapat basah, pencampuran hanya membutuhkan pencapaian penghamburan (*dispersi*) yang homogen,

karenanya penambahan serat dilakukan sesaat sebelum proses pencampuran berakhir dengan pencampuran komposisi normal. Harus dihindari pencampuran serat pada saat dimulai proses pembuatan beton atau mortar semen dengan pemotongan serat yang tidak diperlukan.

Pengaduk yang bagus menghamburkan serat tanpa menimbulkan masalah, dan juga tersedia gerobak sorong yang membawa kantong berisi serat yang sudah ditimbang dari tempat penyimpanan untuk siap di campurkan. Pada tempat yang telah disediakan serat dimasukkan ke dalam drum yang tetap berputar 2-3 menit sebelum penuangan.

Drum/alat pengaduk dengan kecepatan sedang atau cepat, memerlukan pengaturan yang baik untuk menghamburkan serat yang ada, dan juga tergantung pada perbedaan ukuran dari agregat normal yang dipakai. Pisau penggaruk juga perlu diatur pada sudut yang berbeda, jika serat ditampung pada bagian tepi. Pada pencampuran secara luas/dalam jumlah banyak, misalnya pada pengecatan plat jembatan maka dibutuhkan lebih banyak alat pengaduk, bagaimanapun telah ditemukan cara yang lebih praktis pada proses pencampuran yaitu dengan potongan pital *Polypropylene* yang sama/seragam. Alat pencampur memerlukan waktu pencampuran untuk beton normal adalah sekitar 1 menit, dan 0,5 % dari volume serat dapat ditambahkan pada saat awal tanpa takut terjadi pemotongan serat pada proses pencampuran yang singkat.

Pencampuran air, semen, pasir dan serat dalam jumlah yang sedikit juga tidak mengalami kesulitan. Bahan-bahan dimasukkan melalui mulut pengaduk dan kipas yang mendorong campuran kering melalui alat yang bekerja tanpa penghentian yang tak perlu.

Apabila benang pital yang menerus atau filament sampai pada spool di pabrik precast, dipotong menjadi serat yang ditentukan dengan alat yang khusus. Pemotong ditempatkan pada garis dengan mesin pengaduk yang lain, dan juga dapat dikombinasikan dengan pengaturan proporsi yang akurat. Kurang lebih 2 rencana precast di Inggris mempunyai alat yang seperti itu. West Pilling and Construction, mencetak 700 m/kg benang pital menjadi 40 mm panjang cetak dengan pisau pemotong, ketika serat diletakkan diatas kereta berjalan untuk membawa komponen-komponen (bahan) adukan kedalam alat pengaduk. Produksi rata-rata pemotong dapat diketahui secara akurat, sehingga pada saat dimulai dan penghentian alat ini, penambahan banyaknya serat per-*batch* untuk satu

container yaitu 0,44% terhadap volume didalam ruang pengaduk. Produsen *precast* yang lain adalah John Laing, yang menggunakan pemotong bertenaga angin, untuk memotong monofilamen *Polypropylene*, dengan diameter masing-masing 150 μ m, untuk dibentuk 19mm panjang, digunakan dalam produk "*aircrete*".

Perencanaan pencampuran dari beton *Polypropylene* akan mempengaruhi umur elemen konstruksi, panjang serat/*fiber polypropylene* harus tepat disesuaikan dengan ukuran agregat, sehingga kemudahan pengerjaan yang diinginkan dengan peralatan yang digunakan dalam proses produksi dapat tercapai. Untuk contoh, produksi dinding beton yang tipis tidak cukup merata dengan serat yang tebal 700 m/kg karena beberapa akan mencuat dari dinding dan menyebabkan rusak. Serut pital yang paling fleksibel 1400 m/kg dapat digunakan dan akan dipotong pada panjang tertentu. Contoh lain *Precast* berbentuk pipa menggunakan serat kasar yang akan memberikan workabilitas yang tinggi pada kandungan serat yang sama.

Kemudahan pengerjaan adalah merupakan bagian cukup penting, dan penggunaan panjang serat dalam volume unit dari beton per kubik sisi 100 mm berisi 63 serat dari 700 m/kg pitalan yang panjangnya 50mm, sepertinya mempunyai kemudahan pengerjaan yang lebih baik daripada berisi bahan serat yang sama sebesar 126 serat pada 1400 m/kg pital. Isi dari serat ini sebesar 0,5% terhadap volume.

Campuran Serat dengan Mortar Semen

Pada pencampuran dan pencetakan mortar semen, masukkan terlebih dahulu air dan semen/pasta semen pada faktor air semen 0,5. setelah itu masukkan agregat pasir dan serat *polypropylene* dalam campuran. Setelah dituang dan dipadatkan di dalam cetakan, campuran dapat dikeringkan dengan pengupuan dan penyedotan.

Bahan Komposit mortar semen berisi serat pendek dapat juga dibuat dengan menggunakan spray seperti alat teknik yang digunakan untuk semen fiber glass. Dengan menggunakan teknik ini pencampuran dapat dilakukan dengan mudah.

Pada umumnya kebutuhan volume serat akan sangat tinggi, sampai 12 % disebabkan penggunaan agregat halus pada mortar yang harus diselimuti serat film yang terbuka dan harus merata pada hasil produksi berupa bidang/lembaran tipis.

C. Sifat-sifat Beton Serat Polypropylene Kemudahan Pengerjaan

Kemudahan pengerjaan pada campuran diukur dengan tes sekunder seperti slump test, V-B test, Consistometer dan faktor pemadatan, dimana semua sangat relevan terhadap beton segar biasa, tetapi kurang baik untuk campuran beton fiber. Contoh, nilai slump pada campuran dengan kandungan serat yang rendah mungkin nol, meskipun kemampuan untuk dialirkan sangat baik ketika tutup diputar dan respon untuk vibrasi (getaran) baik.

Sistematika kinerja dengan menggunakan V-B test dan faktor test pemadatan dengan serat geometri yang berbeda seperti telah digambarkan untuk serat baja, tetap tidak dapat untuk menyelesaikan beton serat *Polypropylene*, tetapi pengalaman di laboratorium dan perencanaan dimana sejauh ini tes workabilitas sangat menentukan, maka seharusnya disediakan kondisi untuk pengaliran atau vibrasi.

Bagaimanapun, efek dari peningkatan volume serat terhadap workabilitas pada kisaran berat normal dan ringan agregat beton telah dipelajari oleh Ritchie et.al, yang menemukan factor tes kepadatan yang memberikan perhitungan serbaguna dari observasi penurunan workabilitas dalam campuran. Gb. 2 diambil dari referensi dan menunjukkan dampak peningkatan volume dari serat film panjang 35mm dengan 1420 m/kg pada workabilitas beton agregat ringan.

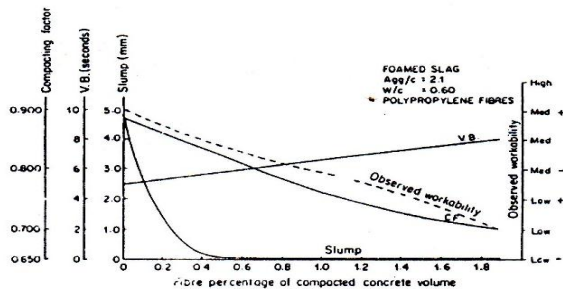
Ritchie juga menemukan bahwa ketebalan *progressive* dari campuran beton *Polypropylene* dapat dimonitor dengan menggunakan tes Vane. Kuat geser dapat dicapai, menunjukkan tidak hanya kehilangan workabilitas dengan meningkatkan kandungan serat tetapi juga hubungan antara peningkatan ketahanan internal rata-rata dengan factor waktu.

Pada system kimia-kolloid seperti menggiling lempung, viskositas jarang mengikuti hukum viskositas minyak. Perhitungan viskositas memberikan perbedaan hasil berdasarkan pada rata-rata gaya geser dalam campuran. Penyebaran kekuatan kelihatan kurang kental daripada cairan yang lambat, dan kekakuan lumpur ketika pergerakan berhenti, disebut *Thixotropy*. Lawannya adalah *Rheopexy* atau dilantasi. Sifat pada suspensi dan gel juga dapat dijumpai pada komposit beton serat segar, dan dapat digunakan untuk meningkatkan pembangunan aplikasi yang baru, atau untuk garis aliran pada produksi di pabrik. Apabila campuran

memerlukan tambahan *plasticizer* untuk meningkatkan workabilitas, bahan tambah ini menunjukkan mampu merubah gambaran rheologic dalam arah yang mengejutkan dan komposisi campuran atau prosedur operasional telah diatur. John Ling Research and Development Ltd. Telah mengambil manfaat dari beberapa sifat beton serat pada keadaan segar dengan stabilisasi beton kering udara (sampai 40% udara terhadap volume) dengan rata-rata sekitar 0,1% terhadap berat dari monofilamen *Polypropylene*. Tujuan utamanya adalah untuk memproduksi beton serat yang cocok untuk aplikasi *precast* dengan meningkatkan sifat thermal dan dengan dekoratif pahatan tanpa memerlukan tempat dan material yang baru yang disebut "*Faircrete*", merupakan singkatan dari *Fiber-Air-Concrete* (Serat-udara-beton).

Variasi kandungan udara atau tipe agregat yang digunakan mengakibatkan kepadatan antara 700-2000 kg/m³. Monofilamen *Polypropylene* mempunyai diameter antara 0.1-0.2 mm dan dipotong panjang 10-20 mm. Hobbs menyukai perilaku serat dalam campuran pada ukuran tiga dimensi, menghentikan udara melewati saringan dan mengikat agregat sehingga tidak dapat lolos kebawah. Hasil sifat dari campuran, khususnya ketika dibantu dengan vibrasi ringan, campuran sangat mudah mengalir keluar dari alat pencampur, sampai pada area penuangan dan pencetakan. Sifat *thixotropic* yang ada membantu beton setelah dicetak, menjadi berbagai macam bentuk elemen konstruksi, contoh plat cangkang/lengkung yang tipis, yang mustahil bagi beton biasa. Setelah dicetak, dipadatkan dan kering maka elemen tersebut dapat berfungsi menahan beban kerja.

Untuk beton serat *Polypropylene* normal, arah dari komposit segar dalam rencana tergantung pada peralatan yang tersedia dan pada rutinitas biasa yang diikuti prioritas pada pengenalan campuran serat. Perubahan ke operasional rutin untuk beton normal dapat menghilangkan semua jenis kesulitan. Contoh, perubahan perlakuan yang telah dilakukan secara praktis adalah pelepasan pembukaan secara lebar pada drum mixer, karet pengangkut diletakkan pada roda satu dan ada sekop, *vibrator external* yang berbeda atau adaptasi (penyesuaian) yang lain dalam rencana. Serat *Polypropylene* memiliki kelemahan pada saat penyelesaian permukaan, dalam kebanyakan kasus, tidak semua serat tertanam didalam panel dengan agregat yang tidak terlihat. Penampakan serat pada



Gambar 2. Perbandingan antara tes workabilitas standar terhadap kondisi yang diamati dari campuran dengan pertambahan persentasi dari fibre

panel dan slab memiliki masalah pada pabrik yang tidak berpengalaman, tetapi operator yang pengalaman dapat mencegah terlihatnya serat dengan cara perataan dan pemadatan yang baik.

Gambar 2. Perbandingan antara tes workabilitas standar terhadap kondisi yang diamati dari campuran dengan pertambahan persentasi dari fibre

Sifat Komposit Keras

Serat Polypropylene telah banyak digunakan untuk meningkatkan ketahanan dari beton terhadap pembebanan, karena serat mempunyai modulus elastisitas yang rendah, angka *poisson* yang tinggi dan ikatan *physicochemical* yang rendah dengan pasta semen sehingga saat ini telah dipertimbangkan fiber sebagai material perbaikan sangat lebih baik dalam hal tegangan, tingkat kerusakan atau keretakan, juga untuk mencapai campuran beton/mortar semen yang rapat padat, tanpa retak sehingga bahan tidak mudah rusak.

Pada perbaikan dan peningkatan kekuatan kolom yang rusak akibat beban, secara teori tidak ada kendala menggunakan campuran serat *Polypropylene*, ketahanan terhadap beban dapat dicapai dengan perekat/*bonding agent* yang baik, yaitu dengan memperhitungkan jumlah *Polypropylene* dan jumlah semen.

Kuat Ikatan

Kelayakan pencapaian ikatan dapat dicapai untuk bentuk serat *Polypropylene* yang telah digambarkan oleh Zonsveld. Pada saat adhesi *physicochemical* tidak ada ikatan antara serat *poly* dengan gel semen. Faktor serabut untuk lantai sangat populer karena kemudahan mengeluarkan panas setelah pemadatan. Kegunaan dari pembentukan dan penganyaman serabut serat *Polypropylene* yang mempunyai struktur terbuka telah membantu memperbaiki sebagian kehilangan adhesi antar

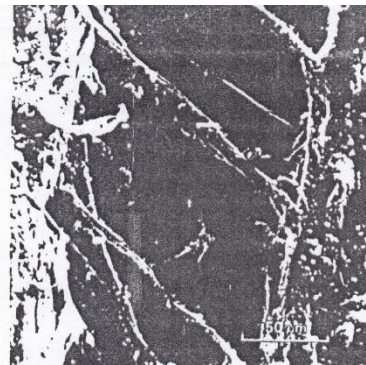
permukaan serat yang terbuka dan juga dengan ikatan mekanik melewati serabut-serabut.

Pengujian untuk mendapatkan perhitungan gesekan antar permukaan ikatan sekitar 150µm, diameter monofilamen diketahui nilainya antara 0,7-1,4 MN/m² dapat dicapai dan juga sedikit terpengaruh dengan lingkungan dimana elemen struktur diletakkan, meskipun pengembangan kecil dalam ikatan dapat muncul seiring dengan waktu. Beberapa kerusakan umur juga muncul pada monofilamen pada uji tarik.

Pencapaian ikatan yang cukup kuat sangat penting untuk mencegah retak multiple dan untuk retak serat yang panjang sebagai fungsi dari kuat ikat 0,23 MN/m². Jarak retak ini telah didapat secara eksperimen dengan menggunakan pembukaan jaringan tipis film *Polypropylene* dimana filamen berhubungan secara efektif dan ikatan friksional didesak secara mekanik atau hidrasi semen. Melewati jaringan dan lewat celah film seperti Gb. 3.

Bagaimanapun juga, bermacam-macam retak dapat dicegah dengan serat lurus yang memutar secara halus pada volume pembebanan, karena Kelly dan Zweben telah menyarankannya, matriks serat yang berhadapan dapat mengikat dalam kulit yang tidak stabil berdasar pada konstruksi *poisson* yang tinggi dari *Polypropylene* pada keretakan dapat dicapai dengan meluruskan serat *Polypropylene*.

Celah dalam serat film digambarkan pada Gb. 3 dapat mempunyai jarak kurang dari 10 µm apabila film dalam keadaan penyerabutan yang membahayakan



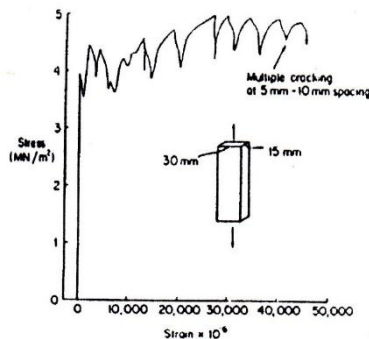
Gambar 3. Film sudah dipisahkan dari *cement matrix* menunjukkan *mechanical keying* melalui *slits* di dalam film

Kurva Tegangan – Regangan Tarik Langsung

Bahan yang mengalami penurunan tegangan pada pembebanan setelah terjadi retak yang diakibatkan oleh desakan serat keluar. Elemen struktur komposit dengan serat tipikal berisi 0,44%

terhadap volume dari serabut pinal, mempunyai modulus yang sama dengan matriks dengan penjatuhan cepat dalam pembebanan setelah terjadi retak yang diakibatkan oleh desakan serat keluar.

Bagaimanapun, apabila volume serat kritis untuk perkuatan telah dilampaui misalnya dengan menggunakan pembukaan jaringan dari film yang panjang, kemudian tipe kurva ragangan-tegangan Gb.4 dapat dicapai. Kemiringan pada kurva setelah mencapai zona keretakan tergantung pada rata-rata pembebanan dan volume serat, tetapi pada volume relatif kecil sekitar 2,3% terbukti serat cukup kuat mentransfer kekuatan ke matrik tempat retakan, untuk eningkatkan kekuatan tegangan. Pada volume serat kurva tegangan-regangan pada zona post-cracking menjadi lebih landai dan kekuatan maksimal 20 MN/m².



Gambar 4. *Tensile stress-strain curve for composite containing 2.3 percent by volume of flat opened networks of Polypropylene film*

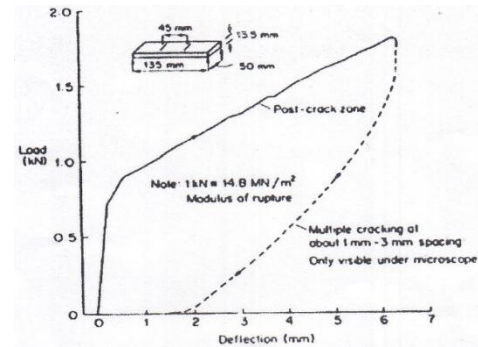
Kuat Statis

Untuk fraksi volume pada Polypropylene tidak kurang dari 1%, telah diketahui secara umum dapat meningkatkan kuat tarik, kuat tekan dari beton kurang dari 25% dan kekuatan ikat dari elemen struktur untuk menahan beban. Hal ini berdasar modulus elastisitas kombinasi serat yang rendah dan jumlah retakan yang sedikit.

Dilain pihak apabila volume terbuka dari jaringan film yang termasuk dalam semen pasta atau mortar, terbukti modulus kehancuran lebih dari 30 MN/m² dapat tercapai. Peningkatan tipe defleksi pembebanan dalam kerusakan ditunjukan di Gb.5, untuk 6% volume dari jaringan film yang panjang dan ini dikombinasikan dengan retak yang bermacam-macam Gb.6 mampu menyerap energi hantaman yang besar.

Sifat ini memungkinkan lembaran tipis dari produk ini dapat diproduksi dengan sifat yang cukup kuat seperti lembaran semen asbestos yang mudah dipindahkan.

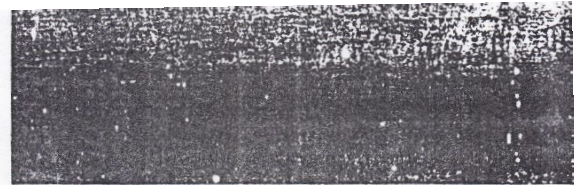
Modulus kerusakan sampai 20 MN/m² juga telah dapat dicapai dengan 2,8% berat (sekitar 6% volume) dari 170 panjang monofilamen yang digunakan dalam proses.



Gambar 5 *Load-deflection curve for a composite containing 6 percent by volume of flat openen networks of polypropylene film (1 kN = 14.8 MN/m²)*

Sifat Benturan

Tingginya ketahanan benturan dan ketahanan hancur dari campuran beton atau mortar semen dengan perkuatan serat *Polypropylene* adalah bagian dari kemampuan menyerap energi dari ikatan, perenggangan dan keluarnya serat yang terjadi setelah bahan mengalami retak



Gambar 6. *Closely spaced multiple cracking in flexure for a cement composit containing film fibres*

Bagaimanapun juga ada beberapa fraksi yang mengindikasikan adanya keretakan dalam pre-visual, kemampuan ketahanan benturan telah meningkat. Sebuah faktor yang belum termasuk tetapi mungkin sangat penting adalah dampak dari volume serat ukuran kecil/serat lembut yang tersebar merata pada proses pencampuran dan pemadatan beton.

Pengembangan kekuatan benturan dari 2 sampai lebih dari 10 kali pada bahan yang telah diperhitungkan di laboratorium oleh beberapa ahli dengan pengujian lengkap termasuk uji kehilangan berat, bandul Izod dan pembebanan ekstrim/besar. Jumlah ketahanan benturan yang kecil pada beton konvensional dapat diatasi dengan ketelitian prosedur tes yang digunakan. Perbandingan tes benturan antara baja dengan serat *Polypropylene* menggunakan mesin Charpy yang telah dimodifikasi mengindikasikan bahwa serat *Polypropylene* mampu menyerap energi sama banyak dengan beberapa serat baja pada volume serat yang sama.

Aturan yang lain dari kemampuan menyerap energi yang merusak adalah dibawah kurva defleksi elemen struktur hanya akan mengalami rusak ringan saja.

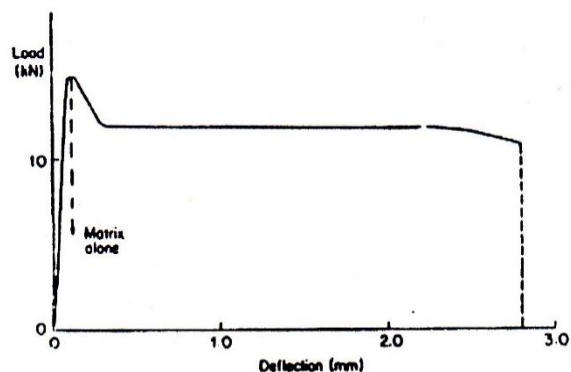
Gb. 7 menunjukkan kurva untuk bermacam-macam bentuk serta pada penambahan serat 1,2% terhadap volume yang dapat dilihat perbandingannya dengan beton biasa, kerja sampai hancur ditingkatkan secara besar walaupun dengan volume yang *relative* rendah dari 2D-3D macam bentuk serat-serat.

Percobaan secara komersial pada produk beton *Polypropylene* mungkin dapat memberikan ide yang lebih baik bagi performa/kekuatan beton tersebut dibandingkan dengan percobaan di laboratorium. Filosofi ini telah diadopsi oleh West Pilling yang menggunakan 40 mm panjang serabut pintal *Polypropylene*, sekitar 0,44% terhadap volume pada beton kerang tiang pancang. Kuat benturan dari tiang kerang ditetapkan dengan menjatuhkan palu seberat 3 ton diatas beton yang diproduksi. Akhir dari tiang pancang, tanpa pembungkus kayu dipandang sebagai satu seri dari hantaman palu dari ketinggian yang ditingkatkan sampai rusak telah diteliti. Fairweather telah mendiskripsikan ini secara detail pada tes ini dalam perbandingan dengan baja perbaikan kerang, telah menghasilkan didalam pembuatan beberapa juta unit.

Durabilitas/Keawetan

Telah diasumsikan secara umum, dan telah diteliti dengan tes kimia, bahwa tidak ada masalah keawetan terhadap degradasi kimia ketika serat *Polypropylene* bercampur dengan bahan semen. Juga hasil tes mekanika terhadap kekuatan beton dan kuat benturan pada beton komposit begitu nyata, asumsi ini terbukti karena serat fiber *polypropylene* secara umum dapat menambah kekuatan beton, kuat tarik, lentur, kuat ikat dan kuat benturan dalam jangka pendek maupun jangka panjang, maka kekuatan signifikan dengan keawetan.

Beberapa tingkat durabilitas/ keawetan bahan beton serat telah diuji oleh Walton dan Majumdar untuk beton komposit/campuran serat dengan panjang (20mm - 50mm) dari 170 monofilamen pada 2,8% terhadap berat (6% terhadap volume) dan juga serat pendek dari serabut serat film pada 1000 -12.000 denier pada 2% terhadap berat (4,4% terhadap volume). Kondisi perawatan sangat baik termasuk air, udara, cuaca dan untuk mempercepat perawatan di dalam air dikondisikan pada suhu 60⁰c untuk satu tahun, hal ini akan dipertimbangkan sebagai standar tes untuk jenis material tipe ini.



Gambar 7 Load-deflection curve for 100 mm x 100 mm x 500 mm beam containing polypropylene chopped fibres (1.2 percent by volume of fibrillated polypropylene, 700m/kg, length 75 mm)

Kesepakatan umum dari hasil tes ini adalah adanya perubahan kecil pada modulus elastisitas beton atau kuat bentur/hantam berbanding dengan waktu. Hasil pengujian mengindikasikan bahwa pada kuat bentur tinggi, dengan penambahan serat *Polypropylene* beton akan tetap stabil dalam periode waktu yang lama sehingga bahan tersebut awet.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penjelasan tentang campuran serat *polypropylene* dalam beton dan mortar semen tersebut diatas, maka didapat kesimpulan :

- a. Beton dan mortar semen yang menggunakan campuran serat *polypropylene* memiliki kuat tarik, kuat lentur, dan daya ikat lebih tinggi daripada beton dan mortar semen konvensional.
- b. Kekuatan terhadap benturan dan ketahanan hancur lebih baik, ketahanan terhadap api meningkat, sehingga durabilitas/keawetan bahabeton dan mortar semen dengan serat *polypropylene* lebih baik.

Saran

Saran agar dapat dikembangkannya penggunaan campuran serat *polypropylene* dalam pembuatan beton dan mortar semen antara lain:

- a. Adanya aturan standar penggunaan bentuk bahan, jumlah bahan dan metode pengujian kekuatan elemen struktur yang di buat.
- b. Metode pencampuran serat dan pemadatan harus dilakukan dengan baik sehingga beton dan mortar semen homogen dengan porositas yang rendah

DAFTAR PUSTAKA

Hanant, Zonsveld and Hughes, Composites, April 1978, IPC Science and Technology Press Ltd.

Ritchie and Al-Kayyali, Fibre-reinforced Cement and Concrete ,1975, The Construction Press Ltd