

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1 UMUM

Penelitian yang dilakukan didasarkan pada studi literatur yang ada. Studi literatur dijadikan pedoman penelitian penulis, sehingga diharapkan dengan adanya studi literatur ini, penelitian yang dilakukan tidak keluar jalur/terjadi kesalahpahaman konsep. Studi literatur mencakup dasar teori balok, teori beton murni dengan material penyusunnya, karakteristik beton berserat, teori pembebanan dinamik, teori pendukung perangkat keras yang akan digunakan ketika penelitian serta diakhiri dengan hipotesa awal penelitian oleh penulis berdasarkan studi literatur yang telah ada.

II.2 TEORI BALOK ^[4]

Teori balok banyak dihubungkan dengan metode *Strength of Materials* yang mana merupakan simplifikasi dari metode *elastisitas-plastisitas*. Dapat diambil suatu volume kecil dari suatu struktur untuk menginvestigasi tegangan dan regangan internal dalam struktur tersebut.

Untuk menentukan bentuk elastis linier pada balok simetris. Hubungan generalisasi tegangan-generalisasi regangan, memiliki hubungan linier antara momen M dan putaran sudut θ :

$$\theta = \frac{M}{EI} \tag{2.1}$$

dimana, E adalah modulus elastisitas dan I adalah momen inersia penampang.

Tegangan σ_x dan tegangan M tergeneralisasi terdapat dalam hubungan :

$$\sigma_x = - \frac{My}{I} \tag{2.2}$$

dimana y adalah jarak yang diukur dari garis tengah penampang.

II.3 BETON MURNI

II.3.1 Karakteristik Umum ^[5]

Beton polos didapat dengan mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan kadang-kadang campuran lain (admixture). Bila baja ditempatkan di dalam suatu acuan dan campuran beton yang basah dituangkan di sekitar baja, massa akhirnya mengeras menjadi beton bertulang. Kekuatan beton tergantung dari banyak faktor, antara lain : proporsi dari campuran dan kondisi temperatur dan kelembaban dari tempat dimana campuran diletakkan dan mengeras.

Dua hal utama yang dialami balok adalah kondisi tekan dan tarik yang antara lain karena pengaruh lentur ataupun gaya lateral. Padahal kekuatan tarik beton sangat kecil kira-kira 10 % dibanding kekuatan tekannya. Sehingga timbul usaha untuk memasang baja tulangan pada bagian tarik, guna mengatasi kelemahan beton tersebut maka digunakan baja tulangan.

II.3.2 Material Penyusun

➤ Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi persyaratan:

- ◆ Agregat halus yang dipergunakan dalam campuran beton harus terdiri dari pasir yang asli yang disetujui untuk pekerjaan pengecoran, agregat halus yang dipergunakan harus memenuhi syarat-syarat seperti yang dinyatakan sebagai berikut :

Tabel II.1 Syarat Agregat Halus dengan Metode AASHTO

DESKRIPSI	METODE TEST AASHTO	% BERAT
Clay Lump	T.112	0,5%
Coal and Ignite	T.113	0,5%
Material Passing No.200 Sieve	T.11	3%

- ◆ Agregat halus yang dipergunakan dalam campuran beton tidak mengandung material anorganik, asam, alkali ataupun

substansi yang lain. Agregat halus yang dipergunakan harus memiliki gradasi yang seragam dan harus melihat kebutuhan akan gradasi yang telah ditentukan dalam AASHTO M6 dan atau ASTM C33.

Tabel II.2 Ukuran Gradasi Agregat Halus

	Ketentuan saringan	% berat yang melewati saringan (AASHTO T 27)
3/8 "	9,5 mm	100
No.4	4,75 mm	95-100
No.16	1,18 mm	45-80
No.50	0,300 mm	10-30
No.100	0,150 mm	2-10

➤ Agregat Kasar (kerikil dan batu pecah)

Agregat kasar yang dipergunakan dalam konstruksi harus terdiri atas batu yang bersudut, batu pecah, batu yang berasal dari hasil pemecahan atau lainnya yang disetujui sebagai material yang memiliki karakteristik sebagai material yang keras dan bebas dari kandungan atau substansi yang tidak diharapkan. Agregat kasar tidak boleh mengandung kandungan yang tidak diperbolehkan yang tercantum dalam persentase dalam table yang berikut ini :

Tabel II.3 Syarat Agregat Kasar dengan Metode AASHTO

DESKRIPSI	METODE TEST AASHTO	% BERAT
Clay Lumps	T112	0,25%
Material yang melewati saringan No.200	T11	1%
Bagian yang tipis atau bagian yang memanjang (dengan panjang 5x max tebalnya).		10%

- Kebutuhan akan gradasi kasar yang akan dipergunakan harus sesuai dengan spesifikasi yang terdapat dalam ASTM nomor A33 :

Tabel II.4 Ukuran Gradasi Agregat Kasar

Ukuran maximum agregat kasar (cm)	% dalam berat yang melewati saringan							
	ketentuan saringan							
	5.08	2.54	1.905	1.27	0.952	4	8	16
3.81	95-100	-	-	-	10-13	0-5	-	-
1.905	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-
0.952	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

- Ukuran yang terpisah dari agregat kasar yang ada haruslah dikombinasi dengan ukuran yang lainnya yang dilihat dari komposisi antara berat atau dengan volumenya untuk menghasilkan agregat yang bisa memenuhi gradasi kebutuhan gradasi yang telah ditentukan.

➤ Material Pengikat (Semen) ^[5]

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Meskipun definisi ini dapat diterapkan untuk banyak jenis bahan, semen yang dimaksud untuk konstruksi beton bertulang adalah bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidrolis (hydraulic cement). Semen semacam ini terutama terdiri dari silikat dan lime yang terbuat dari batu kapur dan tanah liat (batu tulis) yang digerinda, dicampur, dibakar di dalam pembakaran kapur (kiln), dan kemudian dihancurkan menjadi tepung. Semen semacam ini secara kimia dicampur dengan air (hydration) untuk membentuk massa yang mengeras. Semen hidrolis biasa yang digunakan untuk beton bertulang dinamakan *semen portland* (*portland*

cement), karena setelah mengeras mirip dengan batu Portland yang ditemukan di dekat Dorset, Inggris.

Beton yang dibuat dengan semen portland umumnya membutuhkan sekitar 14 hari untuk mencapai kekuatan yang cukup agar acuan dapat dibongkar dan agar beban-beban mati dan konstruksi dapat dipikul. Kekuatan rencana dari beton yang demikian dicapai dalam waktu sekitar 28 hari. Semen portland komposit (PCC) ini diidentifikasi oleh ASTM C150 sebagai tipe I.

Tabel II.5 Tipe Semen

Jenis	Penggunaan
I	Konstruksi biasa dimana sifat yang khusus tidak diperlukan
II	Konstruksi biasa dimana diinginkan perlawanan terhadap sulfat atau panas hidrasi yang sedang
III	Jika kekuatan permulaan yang tinggi diinginkan
IV	Jika panas yang rendah dari hidrasi diinginkan
V	Jika daya tahan yang tinggi terhadap sulfat diinginkan

➤ Air

Air yang akan dipergunakan untuk campuran atau penerapan lainnya haruslah bersih dan bebas dari kandungan yang berbahaya seperti alkali, asam, garam dan kandungan anorganik yang lainnya. Namun, seperti masalah yang mungkin timbul, semua air yang akan dipergunakan kecuali yang tidak dipergunakan untuk keperluan diatas harus dilakukan tes terlebih dahulu dan harus melihat kebutuhan yang didasarkan kepada AASHTO T26 dan atau yang telah disetujui oleh ketentuan yang ada.

II.4 BETON METAL FIBER ^[6]

II.4.1 Pendahuluan

Beton berserat (fiber concrete) adalah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain berupa serat. Serat berupa batang-batang dengan diameter antara 5 sampai dengan 5000 *mikrometer* dan panjang sekitar 25 sampai 100 *mm*. Beton serat dapat berupa serat metal (kawat bindrad atau fibermash), serat polimer, serat mineral, serat alami, dan lain-lain.

Dalam hal ini serat dapat dianggap sebagai agregat yang bentuknya sangat tidak bulat. Adanya serat mengakibatkan berkurangnya sifat kemudahan dikerjakan (*workability*) dan mempersulit segregasi. Serat dalam beton ini berguna untuk memperlambat tumbuhnya retak sehingga menjadikan beton serat lebih daktail daripada beton biasa.

Jika serat yang digunakan mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi daripada beton misalnya kawat baja maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik, maupun modulus elastisitas yang sedikit lebih tinggi daripada beton tanpa serat. Hasil penelitian yang pernah dilakukan yang menggunakan kawat bindrad dengan panjang 60 *mm*, 80 *mm*, dan 100 *mm* menunjukkan bahwa tambahan 1% serat dari volume beton mampu menaikkan kuat tekan beton sekitar 25%, kuat tarik sekitar 47% dan modulus elastisitas sekitar 10%. Selain itu, beton serat juga bersifat lebih tahan benturan dan lenturan.

II.4.2 Karakteristik Fiber

Fiber yang digunakan dalam pengujian ini berupa isi staples merek MAX no. 10. serat ini termasuk dalam serat metal dengan panjang total ± 20 mm dan ketebalan $\pm 0,5$ mm. Serat ini memiliki berat jenis $\pm 6,3$ ton/m³, kuat tarik ± 850 MPa dan Modulus elastisitas ± 160 GPa.

➤ Serat metal

Serat metal terbuat dari *carbon steel* atau *stainless steel*. Serat metal memiliki kuat tarik antara 50 sampai 200 Ksi (345 sampai 1300

MPa). Modulus elastisitas serat metal sekitar 29.000 ksi (200 KPa). Bentuk penampang serat metal juga dapat berupa lingkaran, setengah lingkaran, persegi atau tak beraturan. Serat metal memiliki diameter antara 0,5 – 1 mm dan panjang 20- 60 mm.

Serat metal sebagai bahan campur beton, ditambahkan pada saat pembuatan adukan beton berlangsung, yaitu dengan cara menaburkannya secara perlahan – lahan. Penaburan serat metal secara perlahan – lahan untuk menghindari terjadinya penggumpalan dan untuk memastikan bahwa serat metal terdistribusi dengan baik pada seluruh adukan beton.

Serat metal yang saling menempel (*glued*) dimaksudkan untuk memudahkan pencampuran pada adukan berkapasitas besar, misalnya pada pabrik beton segar. Metal yang menyatu tersebut (yang tiap rangkaian biasanya terikat 10 – 30 serat metal), akan segera lepas setelah terkena air pada adukan dan menyebar secara merata keseluruh campuran beton. Faktor – faktor yang harus diperhatikan pada saat kita menggunakan serat metal bahan campur pada adukan beton, yaitu :

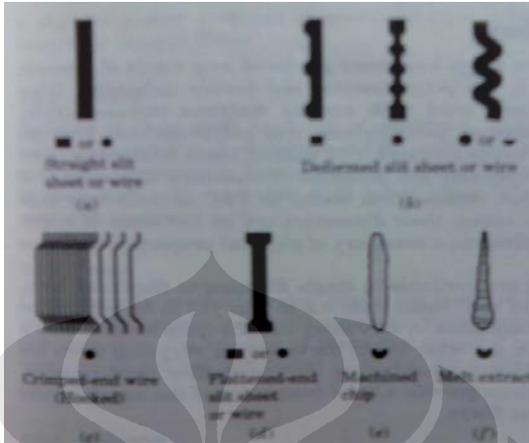
- bentuk serat metal
- ukuran serat metal
- kadar serat metal

➤ **Bentuk Serat Metal**

Serat metal secara umum diproduksi dalam dua bentuk, yaitu serat lurus dan serat bengkok pada ujungnya. Serat metal yang bengkok pada ujungnya, memberikan kekuatan penjangkaran yang lebih baik dibandingkan dengan serat metal yang lurus. Baiknya penjangkaran akan meningkatkan kemampuan dalam menahan retak, meningkatkan kekuatan serta keuletan beton. Berdasarkan bentuknya serat dapat dibagi atas tiga kelompok, yaitu :

- 1) Serat metal yang bentuknya lurus dan lepas satu dengan yang lain (*loose straight steel fiber*)
- 2) Serat metal dengan bagian ujung-ujungnya dibengkokkan dan satu dengan yang lain (*loose fiber hooked end*)

- 3) Serat metal dengan bagian ujung-ujung bengkok dan saling menempel (*glued fiber hooked end*)



Gambar II. 1. Jenis-jenis serat metal

Dengan meningkatnya kekuatan penjangkaran, jumlah serat metal yang diperlukan untuk mencapai tingkat deformasi yang sama akan lebih sedikit, dibandingkan dengan jumlah serat metal yang berbentuk lurus.

➤ **Ukuran Serat Metal**

Yang dimaksud dengan ukuran dalam hal ini adalah panjang diameter ratio, perbandingan antara panjang dan diameter. Semakin panjang ukuran serat metal dengan rasio yang tinggi akan memberikan kinerja yang baik dalam peningkatan kekuatan dan absorpsi energi.

Serat metal yang baik untuk digunakan adalah serat metal dengan aspek rasio antara 60-100. Serat metal yang beraspek rasio diatas 100 akan menyulitkan pada saat pencampuran karena akan terjadi penggumpalan (*balling*) dan menurunnya kelecakan dalam adukan beton.

Aspek perbandingan serat metal yang direkat satu sama lain lebih kecil daripada serat metal yang berdiri sendiri. Hal ini dapat dibuktikan dengan rumus :

$$SP = n \frac{\pi D^2}{4} = \pi \frac{De^2}{4} \tag{2.3}$$

Dimana :

SP = Bagian dari ikatan yang terikat

n = Jumlah serat metal yang diberi perekat (1 serangkaian)

D = Diameter setiap serat metal

De = Diameter ikatan secara ekuivalen

L = Le = Panjang serat metal

Dari rumus diatas didapat persamaan :

$$De^2 = nD^2 \quad (2.4)$$

$$De = D\sqrt{n} \quad (2.5)$$

$$\frac{Le}{De} = \frac{L}{D} \times \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (2.6)$$

Contoh : n = 25

$$\frac{L}{D} = 100 \text{ (Serat metal 50/50)}$$

Maka serat metal yang terikat akan mempunyai serat metal sebesar :

$$\frac{Le}{De} = 100 \times \frac{1}{\sqrt{n}} = 20$$

Perbandingan yang kecil dapat mempermudah pelaksanaan pengadukan, sebab serat metal tersebut dapat dianggap sebagai agregat tambahan.

➤ **Kadar Serat Metal**

Sampai saat ini, kadar maksimum yang pernah ditambahkan adalah 120 kg/m^3 . Pembatasan kadar saat ini ditentukan oleh beberapa hal, yaitu efektifitas pertambahan kinerja yang dihasilkan, kemudahan pencampuran serta faktor ekonomis. Semakin besar kadar serat metal yang ditambahkan tidak selalu menghasilkan prosentase pertambahan kinerja beton yang lebih baik. Di sisi lain, penambahan serat metal dengan kadar yang besar akan meningkatkan kesulitan dalam pencampuran.

Hasil penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan kawat bindrad dengan panjang 60 mm , 80 mm , dan 100 mm menunjukkan bahwa tambahan 1 % serat dari volume beton mampu menaikkan kuat tekan beton sekitar 25% kuat tarik sekitar 47%, dan modulus elastisitas

sekitar 10%. Selain itu, beton serat juga bersifat lebih tahan benturan dan lenturan. (Irawan D, 1995)

II.5 TEORI PEMBEBANAN DINAMIK ^[7]

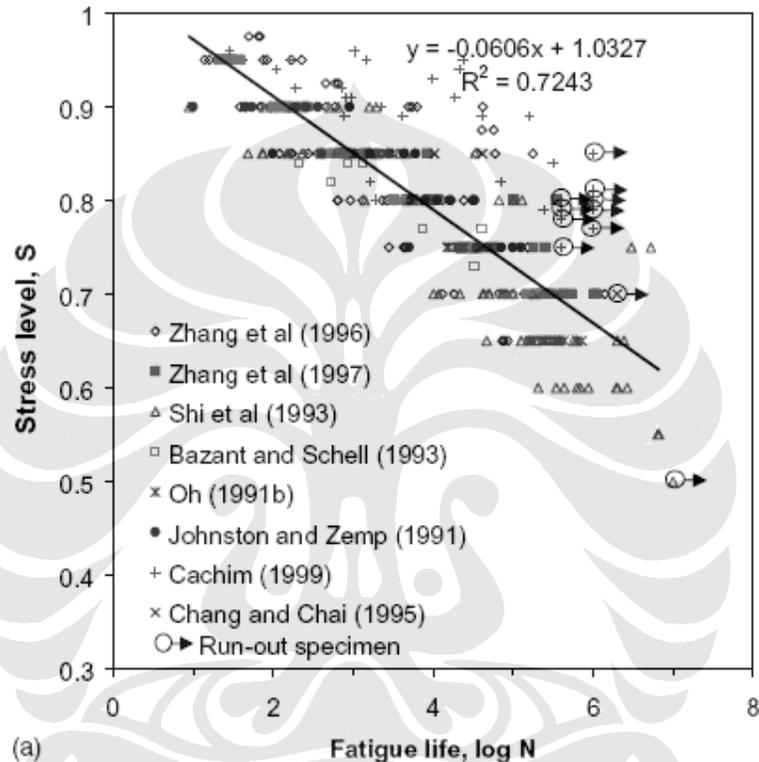
Beban tumbukan dapat didefinisikan sebagai beban yang disebabkan oleh benturan antara dua atau lebih material yang bersifat solid dalam rentang waktu yang sangat cepat. Umumnya respon material dan struktur terhadap beban tumbukan cukup sulit dan kompleks untuk dipelajari. Secara garis besar, respon material dan struktur terhadap beban tumbukan dapat dibagi menjadi tiga kategori. Kategori yang pertama adalah untuk kondisi yang menghasilkan tegangan di bawah titik leleh, dimana material bersifat elastis. Kategori yang kedua terjadi jika beban yang bekerja semakin besar sehingga material mencapai daerah plastisnya. Pada kondisi ini struktur mengalami deformasi yang cukup besar dan material mencapai titik lelehnya, sehingga dapat mengakibatkan keruntuhan dengan mekanisme keruntuhan tertentu. Kategori ketiga terjadi dengan terus memperbesar beban yang bekerja sehingga menyebabkan material berkelakuan cenderung hidrodinamis.

II.5.1 *Fatigue* (Kelelahan) ^[8]

Penggunaan fiber dalam dunia konstruksi sudah menjadi kebutuhan untuk penelitian terhadap perilakunya akibat beban siklik. Aplikasi umum penggunaan serat dalam beton terdapat dalam *paving* bandara, jembatan, jalan raya, dan lantai-lantai untuk industri, dalam menahan beban siklik yang signifikan selama masa layannya. Dalam area aplikasi tersebut, karakteristik *fatigue* untuk beton fiber menjadi sangat penting untuk parameter kekuatan dan desain. Adapun perihal yang perlu diperhatikan meliputi beban berulang/siklik, tingkat regangan (*strain rates*) dan parameter serat.

Diharapkan penambahan serat akan meningkatkan batas kelelahan (*fatigue limit*), sehingga membuat beton tersebut semakin kuat dibanding beton tanpa fiber. Li and Matsumoto melalui modelnya, menunjukkan adanya *fatigue limit* untuk beton serat. Ramakrishnan and Lokvik menunjukkan bahwa beton serat dapat mencapai batas ketahanan

mendekati 2×10^6 beban berulang/siklus. Namun demikian, telah diajukan untuk dilakukan tes hingga 10×10^6 siklus untuk mengkonfirmasi kesimpulan tersebut. Dari data numerik tersebut, menunjukkan bahwa pertanyaan mengenai batas kelelahan (*fatigue limit*) masih belum dapat dipecahkan.



Gambar II.2. Kurva S-N

Struktur yang terkena beban berulang kemungkinan mengalami kegagalan fatik. Tipe dari keruntuhan mensyaratkan :

- 1) Pada umumnya melebihi 1 juta siklus
- 2) Perubahan dari tegangan tulangan sekitar 20 ksi

Kekuatan fatik dari beton terjadi akibat pertambahan dari retak-retak kecil. Tegangan fatik dalam tekan/tarik untuk 10 juta siklus sekitar 55% dari kekuatan statik.

ACI fatik Komite merekomendasikan tegangan tekan dari f_{cr} tidak melebihi :

$$f_{cr} = 0,47f_{c'} + 0,47f_{min} \quad (2.7)$$

$$f_{cr} = 0,7\sqrt{F_{c'}} \quad (\text{SNI 2002 untuk beton normal}) \quad (2.8)$$

dimana, f_{min} adalah minimum tegangan tekan dalam siklus ACI Jembatan Komite membatasi tegangan tekan pada beban layan $0,5f_{c'}$.

II.5.2 Konsep Momentum Linier

Momentum linier suatu partikel didefinisikan sebagai hasil kali antara masa dan kecepatannya. Jika momentum dinotasikan dengan p , maka :

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (2.9)$$

Momentum linier merupakan besaran vektor yang arahnya sama dengan arah kecepatan. Konsep momentum linier memegang peranan penting, karena berkombinasi dengan dua unsur yang mencirikan keadaan dinamik partikel, yaitu massa dengan kecepatannya. Dalam hal ini, momentum dinyatakan dengan satuan SI, kg.m/s.

Telah diketahui bahwa setiap benda selalu bersifat lembam, seperti yang dinyatakan oleh Hukum I Newton. Hukum kelembaman dapat pula dinyatakan berdasarkan konsep momentum, bahwa :

sebuah partikel bebas selalu bergerak dengan momentum linier yang konstan (p =konstan)

Jika kita memiliki dua buah partikel, masing-masing massanya m_1 dan m_2 bergerak dengan kecepatan v_1 dan v_2 , maka momentum total sistem tersebut dalam waktu tertentu adalah

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 \quad (2.10)$$

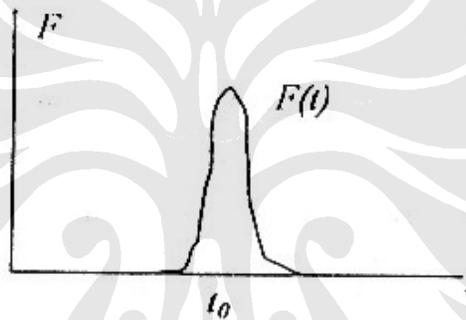
Untuk sistem yang terdiri dari lebih dari dua partikel, maka momentum sistem tersebut adalah

$$\vec{p} = \sum \vec{p}_i = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n \quad (2.11)$$

dengan n adalah indeks yang menyatakan jumlah partikel dalam sistem tersebut.

II.5.3 Impuls

Jika suatu gaya bekerja pada suatu benda, maka kemungkinan yang terjadi pada benda adalah perubahan gerak (kecepatan), perubahan arah, atau perubahan bentuk. Gaya semacam itu bekerja pada selang waktu yang relatif lama. Namun ada beberapa gaya yang bekerja pada selang waktu yang relatif kecil). Dalam hal ini, kiranya perlu dinyatakan gaya sebagai fungsi dari waktu (gambar). Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa gaya hanya bekerja pada interval $\Delta t = t_0$. Di luar selang waktu Δt disekitar t_0 itu, gaya bernilai nol. Gaya seperti ini disebut *impuls*, yang bekerja hanya dalam selang waktu yang pendek. Gaya ini biasanya kita temukan peristiwa tumbukan.



Gambar II. 3. Gaya sebagai fungsi waktu melukiskan impuls

Sekarang kita pandang peristiwa saat bola dipukul dalam waktu relatif singkat, sehingga bola tersebut terpental. Kaitan antar gerak partikel dengan gaya pukulan yang bekerja pada partikel tersebut dapat ditinjau berdasarkan hukum II Newton $\Sigma F = m \cdot a$ dengan m adalah massa benda dan a adalah percepatan yang dialami benda akibat resultan gaya (ΣF) yang bekerja padanya. Jika pada benda tersebut bekerja gaya tunggal, maka :

$$F = ma = m \frac{dv}{dt} \quad (2.12)$$

yang berarti berlaku pula hubungan berikut :

$$\int_{t_0}^t F dt = mv - mv_0 \quad (2.13)$$

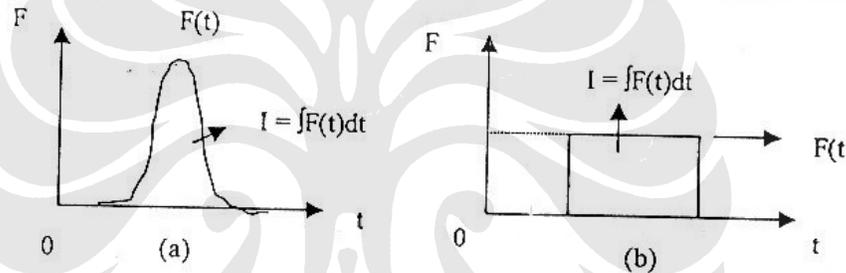
dengan v_0 adalah kecepatan benda sebelum bekerjanya impuls $F(t)$. Ruas kiri persamaan diatas menyatakan impuls yang bekerja pada benda. Jika impuls dinotasikan I , maka terpenuhi persamaan :

$$I = \int_{t_0}^t F dt \quad (2.14)$$

yang dapat dipecahkan jika F konstan atau sebagai fungsi waktu $F(t)$. Jadi, persamaan diatas dapat berlaku untuk gaya umum. Hal ini karena didasari oleh hukum II Newton yang bersifat umum. Bila grafik fungsi $F(t)$ diketahui, maka kita dapat menghitung impuls :

$$I = \int_{t_0}^t F dt \quad (2.15)$$

dengan menentukan luas daerah antara kurva $F(t)$ dengan sumbu t .



Gambar II.4. a) Usaha untuk gaya impuls b). Usaha untuk gaya F yang tetap

Perubahan momentum dinyatakan dalam persamaan :

$$\Delta \vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0 = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \quad (2.16)$$

dengan Δp menyatakan perubahan momentum benda. Jika persamaan tersebut disubstitusikan, menjadi :

$$\vec{I} = \Delta \vec{p} \quad (2.17)$$

Jadi, *impuls suatu benda sama dengan perubahan momentumnya*. Impuls merupakan besaran vektor. Dalam SI, impuls dapat dinyatakan dalam satuan $N \cdot dt$ atau $kg \cdot m/dt$.

Perubahan momentum terjadi dalam selang waktu tertentu ketika $F(t)$ tidak sama dengan nol. Sebelum gaya $F(t)$ bekerja, benda bergerak dengan kecepatan tetap, jadi momentum juga tidak bergantung kepada t .

II.5.4 Tumbukan

Dalam peristiwa tumbukan terjadi dua hal, yaitu transfer momentum dan transfer energi. Transfer momentum terjadi melalui impuls yang terjadi karena adanya gaya interaksi. Gaya yang terjadi pada peristiwa tumbukan dapat dianggap sebagai gaya impuls, yang hanya terjadi dalam jangka waktu yang relatif pendek. Akibatnya, impuls gaya luar dapat diabaikan terhadap impuls gaya dalam atau gaya interaksi, sehingga dalam peristiwa ini momentum dianggap kekal.

Transfer energi terjadi karena pada peristiwa tumbukan gaya interaksi juga menyebabkan partikel lain tergeser, yang berarti satu partikel melakukan kerja, memindahkan energi dari satu partikel ke partikel lain. Jika dalam tumbukan gaya yang bekerja adalah gaya konservatif, maka energi mekaniknya kekal.

II.6 TEORI PENDUKUNG PERANGKAT LUNAK ^[9]

Untuk mendapatkan parameter frekuensi, data percepatan yang diperoleh dari percobaan dilakukan analisa dengan menggunakan perangkat lunak yang telah tersedia. Dasar-dasar teori yang mendukung perangkat lunak tersebut adalah teori Transformasi Fourier Cepat.

II.6.1 Transformasi Fourier Cepat

Untuk mentransformasikan data percepatan ke dalam ranah frekuensi, digunakan analisa numerik Transformasi Fourier Cepat. Transformasi Fourier Cepat digunakan untuk mengurangi proses perkalian dan penjumlahan untuk nilai N (banyaknya pembagian dari fungsi) dari Transformasi Fourier Cepat. Transformasi Fourier Cepat dikembangkan dari pasangan Transformasi Fourier Diskrit.

II.7 HIPOTESA AWAL

Balok beton terendam dengan metal fiber memiliki kekuatan tekan, kekuatan tarik, dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada beton konvensional tetapi terjadi penurunan kuat tekan (mutu beton) akibat perendaman

selama 28 hari. Selain itu, penggunaan metal fiber dalam campuran beton dapat mengurangi perluasan *crack* pada balok mortar dan mengurangi sifat getas sehingga menjadikan beton serat lebih daktail daripada beton biasa.

Dalam hal ini adapun beberapa parameter serat metal yang harus diperhatikan dalam campuran beton, antara lain :

- bentuk serat metal
- ukuran serat metal
- kadar serat metal terhadap volume benda uji (balok)

