

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Menurut *ACI Committee 544 (1982)*, *Fiber Reinforced Concrete* didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus atau agregat halus dan kasar, serta sejumlah kecil *fiber*.

Teori yang dapat digunakan sebagai pendekatan untuk dapat menjelaskan mekanisme kerja *fiber* sehingga dapat memperbaiki sifat atau perilaku beton ada dua (*Sourosian, dkk., 1987*) yaitu:

##### a. *Spacing Concept*

Teori ini menjelaskan bahwa dengan mendekatkan jarak antar *fiber* dalam campuran beton maka beton akan lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak menjadi lebih besar. *Fiber* dapat bekerja lebih baik jika berjejer secara urut dan seragam tanpa adanya *overlapping*. Hal tersebut sangat sulit dicapai karena pada keadaan sesungguhnya dari susunan *fiber* adalah tidak teratur dan saling *overlap*.

##### b. *Composite Material Concept*

Teori ini merupakan salah satu pendekatan yang cukup populer untuk memperkirakan kuat tarik maupun kuat lentur dari *fiber reinforced concrete*. Konsep ini dikembangkan untuk memperkirakan kekuatan material komposit pada saat timbul retak pertama (*first crack strength*). Dalam

konsep ini diasumsikan bahwa bahan penyusun saling melekat sempurna, bentuk *fiber* menerus (*continuous fiber*) dan angka poisson dari material dianggap nol.

Dengan berdasarkan asumsi di atas, maka kekuatan bahan komposit pada saat retak pertama dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_c = \sigma_f V_f + \sigma_m (1 - V_f) \quad (2.1)$$

dengan  $\sigma_c$  : kekuatan komposit saat retak pertama

$\sigma_f$  : tegangan tarik *fiber* saat beton hancur

$\sigma_m$  : kuat tarik beton

$V_f$  : persentase volume *fiber*

dimana,  $\sigma_f = 2 \tau \frac{l_f}{d_f} \quad (2.2)$

dengan  $\tau$  : tegangan lekat (*bond stress*) pada panjang lekatan *fiber* yang diperhitungkan ( $\frac{l_f}{2}$ )

$l_f$  : panjang *fiber*

$d_f$  : diameter *fiber*

karena *fiber* yang digunakan dalam *fiber reinforced concrete* adalah ukuran pendek (*short fiber*) dan bukan merupakan *continuous fiber*, maka dari persamaan tersebut perlu dikoreksi berdasarkan pertimbangan-pertimbangan:

- Orientasi penyebaran dari *short fiber* yang random akan mengurangi efisiensi penulangan *fiber* terhadap material komposit.

- b. Lekatan yang tidak sempurna serta ukuran *fiber* yang pendek dapat menyebabkan adanya alur retak yang tidak melewati *fiber*.
- c. Distribusi arus retak yang sembarang menyebabkan alur retak tidak selalu memotong *fiber* tepat ditengah-tengah.
- d. Efektifitas beton dalam menahan tarik pada saat timbul retak

Dengan pertimbangan-pertimbangan di atas dan dengan mensubstitusikan persamaan ( 2.2 ) ke persamaan ( 2.1 ) maka persamaan akan menjadi:

$$\sigma_c = 2 \eta_1 \eta_0 \tau V_f l_f / d_f + \gamma \sigma_m (1 - V_f) \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan  $\eta_1$  : faktor efisiensi orientasi penyebaran *random* dari *fiber*

$$= 0.5, \text{ jika } l_f \leq l_e$$

$$= 1 - \frac{l_e}{2l_f}, \text{ jika } l_f > l_e$$

$l_e$  : panjang efektif serat

$\eta_0$  : faktor efisiensi panjang *fiber* tertanam

$$= 0.41$$

$\gamma$  : koefisien tarik beton

$$= 0 < \gamma \leq 1$$

## 2.2 Workability

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan *fiber* ke dalam adukan beton akan menurunkan kelecekan (*workability*) adukan secara cepat sejalan dengan pertambahan konsentrasi dan aspek rasio *fiber* (Ramakrishnan, 1988)

Penurunan kelecakan adukan dapat dikurangi dengan penurunan diameter maksimal agregat, peninggian faktor air-semen, penambahan semen, ataupun dengan pemakaian bahan tambah. Meski demikian jika konsentrasi dan aspek rasio *fiber* melampaui suatu batas tertentu, tetap akan didapat suatu adukan dengan tingkat kelecakan yang sangat rendah, sehingga sulit diaduk dan dicor dengan cara-cara biasa. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh *Edgington, dkk* (1974), kelecakan adukan akan menurun sejalan dengan peningkatan konsentrasi dan aspek rasio *fiber*. Dengan menggunakan *fiber* beraspek rasio 100, didapatkan hasil kelecakan adukan *fiber* yang cukup meningkat akibat penurunan diameter agregat dari 20 mm ke 10 mm. Penurunan diameter agregat dari 10 mm ke 5 mm juga menghasilkan peningkatan kelecakan adukan. Adukan beton *fiber* dengan diameter agregat maksimum 5 mm dan pasta semen *fiber* menghasilkan nilai kelecakan yang tidak jauh berbeda. Didapatkan bahwa perkiraan konsentrasi *fiber* yang akan menyebabkan adukan mulai sulit dan tidak mungkin dikerjakan adalah

$$PWc_{crit} = 75 \frac{\pi \gamma_f d}{\gamma_c l} K \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan,  $PWc_{crit}$  : konsentrasi kritis *fiber* (persen berat adukan)

$\gamma_f$  : berat jenis *fiber*

$\gamma_c$  : berat jenis adukan

$d/l$  : nilai banding diameter dan panjang *fiber*

dimana,  $K = \frac{W_m}{W_m + W_a} \dots\dots\dots (2.5)$

dengan,  $W_m$  : berat fraksi mortar, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel kurang dari 5 mm

$W_a$  : berat fraksi agregat, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel lebih dari 5 mm

*Brigg, dkk.* (1974) meneliti bahwa *fiber* berasio tinggi ( $l/d > 100$ ) akan menyebabkan *fiber* menggumpal bersama-sama sehingga sangat sulit disebarkan secara merata di dalam adukan, sedang untuk *fiber* berasio rendah ( $l/d < 50$ ) tidak akan terjadi ikatan yang baik dengan betonnya serta dapat dipencarkan oleh suatu getaran.

Menurut *Muzamil dan Budiono* (1994) dalam penelitiannya memberikan pernyataan bahwa penggunaan bahan tambah *superplasticizer* dapat mengurangi faktor air-semen (fas) dan menambah *workability* tetapi akan memperlambat proses pengeringan apabila penambahan yang dilakukan dalam jumlah besar. Penambahan optimal dicapai pada konsentrasi sebesar 1% dari berat adukan semen.

### 2.3 Kuat Tekan

Sebagaimana telah kita ketahui bahwa beton memiliki kemampuan menahan tekan yang relatif besar, dan selama ini keruntuhan/kegagalan beton sebagian besar disebabkan oleh rusaknya ikatan pasta semen dan agregat. Besarnya kuat tekan beton juga dipengaruhi oleh kekerasan dan bentuk batuan. Batuan yang berbentuk tajam mempunyai kemampuan saling mengunci

sehingga memberikan ikatan yang lebih kompak. Karena fungsi dari penambahan *fiber* yang utama adalah untuk menahan retak yang timbul akibat adanya tegangan tarik, dan ditambah luas penampang *fiber* yang tidak begitu besar maka penambahan *fiber* pada adukan hanya memberikan pengaruh yang kecil pada kuat tekan beton.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh *Suprianto dan Muhtadin* (1996) dengan menggunakan benda uji kubus 15 x 15 x 15 (cm), serta penambahan *fiber* serat plastik 19 mm sebesar 0.04% dan 1.25% untuk serat bendrat panjang 5 cm yang disebar secara random ditunjukkan bahwa terjadi peningkatan kuat tekan pada beton *fiber* sebesar 2.07% untuk serat plastik dan 7.50% untuk serat bendrat. Dalam lembaran saran peneliti menekankan untuk meneliti lebih lanjut penambahan kekuatan dengan menggunakan serat bendrat pada konsentrasi yang lebih besar.

Dengan menggunakan benda uji kubus 15 x 15 x 15 (cm) dan penambahan serat baja sebesar 2% dan 3% dari berat beton yang disebar dengan orientasi random, *Rahayu dan Trihandoko* (1996) menghasilkan kesimpulan bahwa semakin banyak penambahan serat baja akan meningkatkan kuat tekannya. Dari hasil pengujian didapat bahwa terjadi peningkatan sebesar 22.0036% dan 36.1554% untuk penambahan *fiber* sebesar 2% dan 3%. Akibat penambahan serat baja akan mengakibatkan semakin sulitnya pengerjaan adukan beton (kelecekan), peneliti menyarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan zat *additive* guna memperoleh *workability* yang lebih baik tanpa mengurangi kekuatan beton.

Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh *Santosoengtyas* (1991) dengan menggunakan benda uji kubus 15 x 15 x 15 (cm) dan silinder berdiameter 15 cm tinggi 30 cm memberikan kesimpulan bahwa semakin tinggi konsentrasi *fiber* maka semakin meningkatkan nilai kuat tekannya. Sebagai *fiber* digunakan serat bendrat dengan panjang 3 cm yang disebar secara random dengan variasi penambahan *fiber* 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, dan 1.25% dari berat beton diperoleh peningkatan kuat tekan tertinggi pada konsentrasi *fiber* 1.25% untuk benda uji kubus adalah sebesar 6.68% dan 27.90% untuk benda uji silinder. Penulis menyarankan perlu diadakannya penelitian untuk variasi penambahan *fiber* yang lebih tinggi.

*Sukmawati dan Herawati* (2001) dengan menggunakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm; dan variasi panjang *fiber* baja lokal 5 cm, 6 cm, 7 cm, 8 cm, dan 9 cm serta variasi konsentrasi *fiber* sebesar 0.75% dan 1.5% diperoleh hasil bahwa kuat desak tertinggi didapat pada benda uji dengan variasi *fiber* panjang 9 cm dan konsentrasi sebesar 0.75%. Penurunan yang terjadi pada konsentrasi *fiber* 1.5% adalah akibat sebaran *fiber* yang tidak merata pada adukan beton sehingga perlu adanya usaha tambahan untuk penyebaran yang lebih merata.

Hasil yang ditunjukkan oleh *Ramakrishnan, dkk* (1988) seperti terlihat pada tabel 2.1 dan 2.2, yaitu kuat tekan beton *fiber* agak lebih kecil dibanding dengan kuat tekan beton non *fiber*. Hal ini dimungkinkan oleh campuran beton *fiber* memerlukan lebih banyak air pada saat proses *shortcreting* untuk

mencapai *workability* yang sama seperti beton non *fiber*. Dengan penambahan air, fas akan lebih besar sehingga kuat tekan menjadi lebih rendah.

Tabel 2.1  
Nilai Kuat Tekan dan Kuat Lentur Untuk Benda Uji dengan Ukuran Kecil

Campuran	Kuat Komposit			Kuat Lentur Retak Pertama			Kuat Lentur Ultimit		
	2 hari	7 hari	28 hari	2 hari	7 hari	28 hari	2 hari	7 hari	28 hari
	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi
N1	3569	5586	5865	671	879	858	671	879	858
N2	-	6299	7494	-	839	908	-	838	908
ZP 30/50 0.6%	4248	5593	7643	666	703	832	677	703	832
ZP 30/50 1.0%	3700	5767	7023	736	977	1017	757	1166	1077
ZP 30/50 1.30%	5018	5316	5674	927	848	838	1180	1040	1087
ZP 30/40 0.6%	-	4837	5273	-	794	859	-	794	859
ZP 30/40 1.0%	-	4013	3010	-	773	878	-	826	923
FC 0.6%	6202	6367	8853	799	811	1086	799	811	1086
FC 1.0%	4897	6939	8957	770	1061	1091	770	1061	1091
TC 1.0%	3297	5210	5813	799	1089	1328	799	1089	1378

Benda Uji: Kubus ukuran (1½ x 1½ x 1½) In ; Balok (1½ x 1½ x 6½) In

1 In = 25.4 mm , 1 psi = 6.895 kPa

Hasil yang dilaporkan merupakan rata-rata dari 3 percobaan

Sumber : Ramakrishnan, 1988



Tabel 2.2  
 Nilai Kuat Tekan dan Kuat Lentur Untuk Benda Uji dengan Ukuran Besar

Campuran	Kuat Komposit			Kuat Lentur Retak Pertama			Kuat Lentur Ultimit		
	7 hari	14 hari	28 hari	7 hari	14 hari	28 hari	7 hari	14 hari	28 hari
	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi	Psi
N1	6491	-	8283	514	-	657	514	-	657
N2	7103	-	8032	565	-	732	585	-	732
ZP 30/50 0.6%	6672	-	8974	601	-	769	603	-	828
ZP 30/50 1.0%	5148	6334	6466	661	682	728	663	703	801
ZP 30/50 1.30%	4325	4586	6008	632	705	679	744	800	827
ZP 30/40 0.6%	3734	5562	5475	528	637	617	528	637	617
ZP 30/40 1.0%	4027	4777	5308	481	502	593	525	543	621
FC 0.6%	7379	7541	8192	670	696	842	670	696	842
FC 1.0%	6905	6938	7560	731	739	872	731	739	838
TC 0.6%	7720	8203	9905	676	752	809	676	752	809
TC 1.0%	7191	7397	8867	702	783	783	644	795	766

Benda uji : Kubus ukuran (3 x 3 x 3) in ; Balok (3 x 3 x 12) in  
 1 in = 25.4 mm , 1 psi = 6.895 kPa

Hasil yang dilaporkan adalah rata-rata dari 3 percobaan

Sumber : Ramakrishnan, 1988

## 2.4 Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan suatu sifat yang sangat penting untuk menahan retak, terutama yang diakibatkan oleh pemuaiannya akibat peningkatan temperatur. Kuat tarik beton hanya berkisar 9 – 15% dari kuat tekannya, sehingga dalam perancangan kuat tarik beton dianggap nol (Dipohusodo, 1994). Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan *fiber* pada adukan beton akan meningkatkan kuat tarik beton sehingga mampu menahan retak yang terjadi akibat adanya tegangan tarik.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Oktavia dan Prasetyo (2002) dengan menggunakan benda uji silinder berdimensi diameter 30 cm dan tinggi 15 cm

dengan orientasi penyebaran *fiber nylon* random, mendapatkan hasil bahwa peningkatan kuat tarik beton *fiber nylon* maksimum dengan aspek rasio konstan didapat pada panjang serat 70 mm dan diameter 0.95 mm yaitu sebesar 17.29%.

Dengan benda uji yang sama, *Jati dan Bayu* (2000) mengemukakan bahwa peningkatan kuat tarik pada beton *fiber nylon* seiring dengan penambahan panjang *fiber nylon*, kuat tarik optimum sebesar 38.059 kg/cm<sup>2</sup> didapat pada rasio *fiber nylon* sebesar 72.73 dengan menggunakan serat *nylon* berdiameter 1.1 mm. Akan tetapi dengan semakin panjang serat maka akan semakin mengurangi kelecakan (*workability*) dari adukan beton *fiber*.

Hasil penelitian *Suhendro* (1997) dalam *Yulianto dan Hamdi* (2000) mendapatkan kesimpulan bahwa penambahan *fiber* baja lokal sebesar 0.7% dari berat beton akan meningkatkan kuat tariknya sebesar 52%.

*Santosenengtyas* (1991) dengan menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm tinggi 30 cm dan *fiber* kawat bendrat dengan aspek rasio 32,43 memberikan kesimpulan bahwa peningkatan kuat tarik sejalan dengan kenaikan konsentrasi *fiber*. Dengan menggunakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm didapatkan peningkatan nilai kuat tarik sebesar 2.106%, 3.855%, 13.767%, dan 28.831% untuk penambahan *fiber* kawat bendrat sebesar 0.5%, 0.75%, 1.0%, dan 1.25%. Penambahan konsentrasi *fiber* akan semakin menurunkan *workability* maka perlu adanya bahan tambah untuk meningkatkan *workability*-nya tersebut.

## 2.5 Kuat Lentur dan Indeks Tahanan Lentur

Penambahan *steel fibers* dengan orientasi *random* akan meningkatkan kuat lentur beton *fiber* sekitar dua sampai 3 kali lipat dibanding kuat lentur beton non *fiber*. Dengan penambahan *fiber* ke dalam adukan beton akan menyebabkan beton lebih liat (*ductile*) dan tidak getas lagi. Oleh karena itu beton *fiber* dapat dipergunakan pada perencanaan bagian-bagian penting struktur (jika tidak semua), yaitu pada kuat lentur ultimit untuk *fiber reinforced concrete* (Swamy dan Al-Noori, 1975).

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Suprianto dan Muhtadin (1996) dengan benda uji balok 10 x 10 x 40 (cm) dan *fiber* plastik sepanjang 19 mm dengan konsentrasi penambahan sebesar 0.04% didapat kenaikan kuat lentur sebesar 9.90%, sedangkan untuk *fiber* bendrat dengan panjang 5 cm. dan konsentrasi penambahan 1.25% didapat peningkatan kuat lentur sebesar 16.94%. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa penambahan *fiber* bendrat akan memberikan peningkatan kuat lentur lebih besar dibandingkan dengan *fiber* plastik.

Martopo dan Hadi (1997) dalam penelitiannya dengan menggunakan *fiber* kawat strimin panjang 1.2 mm memberikan kesimpulan bahwa semakin besar konsentrasi kawat strimin maka akan semakin meningkatkan kuat lentur beton *fiber*. Dengan menggunakan benda uji balok 10 x 10 x 50 (cm) dan variasi *fiber* kawat strimin lurus dan silang didapatkan kenaikan kuat lentur untuk *fiber* kawat strimin lurus masing-masing sebesar 1.01%, 4.74%, dan 6.28% dengan konsentrasi penambahan 2.0%, 2.5% dan 3.0%, sedangkan untuk *fiber* kawat

strimin silang didapatkan penambahan kuat tekan sebesar 1.23%, 7.23%, dan 7.93% dengan konsentrasi penambahan *fiber* sama dengan penambahan *fiber* kawat strimin lurus.

*Santosonengtyas* (1991) dari hasil penelitiannya dengan menggunakan benda uji balok berdimensi 10 x 10 x 50 (cm) memberikan hasil adanya peningkatan sebesar 1.007%, 1.405%, 5.034%, dan -3.146% untuk konsentrasi *fiber* sebesar 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%, dan 1.25% dengan menggunakan *fiber* kawat bendrat beraspek rasio 32.34. Penurunan pada konsentrasi *fiber* 1.25% dimungkinkan karena semakin sulitnya *fiber dispersion* akibat semakin tingginya konsentrasi *fiber*. Kemungkinan yang lain adalah kurang sempurnanya proses pengerjaan (pengadukan, pengangkutan, dan pengecoran) benda uji, sehingga diperoleh *fiber* yang kurang terdistribusi secara merata dalam adukan beton. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penelitian dengan penambahan zat *additive* untuk menambah *workability*.

Dalam penelitiannya *Sudarmoko* (1989) juga mengamati bahwa pada kandungan 1.5% *plain steel fibers* (PSF) kuat lentur beton *fiber* akan mencapai kira-kira dua kali dari kuat lentur beton non *fiber*, tetapi kuat lentur yang terbesar akan dicapai dengan penambahan *duoform steel fibres* (DSF) pada kandungan 1.5%. Untuk *plain steel*, *duoform steel*, dan *polypropylene fiber*, diperlihatkan bahwa semakin tinggi kandungan *fiber* maka semakin besar pula kuat lenturnya. Namun, untuk *bronze fibers* diperlihatkan bahwa kuat lentur tertinggi dicapai pada kandungan 1.0% dan untuk kandungan 1.5% *fiber* menghasilkan nilai yang lebih rendah. Hal ini dimungkinkan karena sulitnya

pengadukan dan pematatannya, sehingga distribusi yang baik dari *fiber* tidak tercapai.

## 2.6 Modulus Elastisitas

Untuk menghitung deformasi dan defleksi bagian struktur harus diketahui hubungan antara tegangan dan regangan. Seperti sebagai besar bahan struktur, beton juga berperilaku elastis bila dikenai beban awal. Namun pada pembebanan terus menerus, beton akan terjadi rayapan (*creep*), yaitu regangan terus meningkat sesuai dengan waktu tegangan konstan.

Penambahan *fiber* akan mengakibatkan peningkatan kuat lentur, sehingga kuat lentur dapat digunakan dalam perancangan, seperti pada *plain concrete*, dikarenakan sifat-sifat utama beton *fiber* yang dapat mengendalikan retak sifatnya yang liat (*ductile*). Penambahan *fiber* juga akan memberikan peningkatan modulus elastisitas, sifat-sifat menahan retak pada penulangan *fiber* membuat komposit jauh lebih kaku seperti yang ditunjukkan oleh modulus elastisitasnya (Swamy dan Al-Noori, 1975).

Dengan menggunakan balok uji 10 x 10 x 50 (cm) untuk benda uji beton *fiber* dan non *fiber* guna pengujian *uniaxial tensile stress strain*, Edgington, dkk. (1974) membuktikan bahwa penambahan *fiber* ke dalam adukan beton hanya memberi peningkatan yang kecil dari nilai modulus elastisitasnya sebagaimana ditunjukkan tabel dibawah ini.

Tabel 2.3  
Pengaruh Penambahan *Fiber* Terhadap *Tensile Modulus of Elasticity*

Matriks	Jumlah Penambahan <i>Fiber</i> (%)	Regangan Modulus Elastisitas (hasil rata-rata dari 3 benda uji) (GN/m <sup>2</sup> )
Pasta Semen	0	26.4
	2.7	28.4
Mortar	0	33.9
	2.34	34.8
10 mm Beton	0	39.7
	1.47	40.9

Sumber : *Edgington, dkk., 1974*

*Sudarmoko* (1989) dengan menggunakan benda uji silinder juga memperlihatkan bahwa hanya sedikit pengaruh penambahan *fiber* terhadap modulus elastisitas. Peningkatan terbesar modulus elastisitas ( $E_c$  statik) senilai 136% dari *basic mix* dihasilkan oleh *duoform steel fibers* dengan kandungan *fiber* sebesar 1.0% dan terendah dihasilkan oleh *plain steel fiber* kandungan 1.5% yaitu sebesar 101% dari *basic mix*. Pada tabel di bawah ini diperlihatkan pula kenaikan modulus elastisitas berdasarkan umur pengujian benda uji, menunjukkan hasil bahwa modulus elastisitas meningkat secara mencolok pada umur beton 14 hari pertama dan peningkatan secara perlahan setelah umur tersebut. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa penambahan *fiber* tidak menghasilkan perbedaan yang besar terhadap modulus elastisitas.

Tabel 2.4  
Pengaruh Penambahan *Fiber* Terhadap Kuat Tarik dan  $E_c$  Statik

Spesifikasi		Kuat Tarik ( $N/mm^2$ )			$E_c$ Statik ( $\times 10^4 N/mm^2$ )		
Kode	Detail	3 hari	7 hari	28 hari	3 hari	7 hari	28 hari
B	Basic Mix	1.301	1.933	2.781	1.471	1.736	2.130
PSF 1	0.5% PSF	1.500	2.294	3.167	1.475	1.906	2.156
PSF 2	1.0% PSF	2.208	3.458	5.055	1.669	1.972	2.172
PSF 3	1.5% PSF	3.071	3.824	5.378	1.477	1.955	2.140
BF 1	0.5% BF	1.393	2.012	3.073	1.501	1.803	2.198
BF 2	1.0% BF	1.559	2.250	3.781	1.576	1.877	2.672
BF 3	1.5% BF	2.079	2.948	4.892	2.009	2.301	2.861
DSF 1	0.5% DSF	2.490	3.120	3.951	1.582	1.907	2.431
DSF 2	1.0% DSF	2.757	3.370	4.878	1.601	1.999	2.906
DSF 3	1.5% DSF	2.846	3.509	5.263	1.575	1.801	2.302
PPF 1	0.50% PPF	1.440	2.175	2.791	1.509	1.875	2.302
PPF 2	0.75% PPF	1.662	2.502	3.324	1.653	2.018	2.483
PPF 3	1.00% PPF	1.494	2.251	3.020	1.564	1.926	2.401

Sumber : Sudarmoko, 1989