

# KOMPATIBILITAS ANTARA SUPERPLASTICIZER TIPE POLYCARBOXYLATE DAN NAPHTHALENE DENGAN SEMEN LOKAL

Antoni<sup>1</sup>, Handoko Sugiharto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Jl.Siwalankerto 121-131 Surabaya,  
antoni@petra.ac.id

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Jl.Siwalankerto 121-131 Surabaya,  
hands@petra.ac.id

## ABSTRAK

Penggunaan *superplasticizer* saat ini telah berkembang pesat. Tujuan dari penggunaan *superplasticizer* di antaranya untuk meningkatkan mutu beton dan meningkatkan kelecakan (*workability*) akan tetapi penggunaan ini juga memerlukan kontrol kualitas yang lebih baik. Penelitian ini mempelajari bagaimana pengaruh penggunaan *superplasticizer* khususnya dengan bahan dasar *Sulphonate Naphthalene Formaldehyde Condensates* (tipe N) dan *Polycarboxylate Ethers* (tipe P) terhadap *workability*, *flowability*, perkembangan kekuatan mortar dan *compatibility* dengan dua jenis semen lokal. Pengujian yang dilaksanakan meliputi *setting time*, *mortar flow*, *funnel test* dan uji kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum *superplasticizer* tipe P lebih kompatibel dengan semen lokal sedangkan pada tipe N terlihat pengaruh kompatibilitas yang mencolok yang dapat menyebabkan *slump lost* awal. *Superplasticizer* tipe P juga mampu memberikan *flowability* dan *retention* yang lebih baik dibandingkan *superplasticizer* tipe N. Pemakaian dosis *superplasticizer* tipe N yang tinggi menyebabkan mortar mengalami perlambatan pada perkembangan kekuatannya bahkan kehilangan kekuatan akhir, sedangkan pada tipe P hanya berpengaruh pada kekuatan awal tetapi tidak pada kekuatan akhir. Dari hasil percobaan juga terlihat pengaruh antara *flowability* dengan kuat tekan mortar untuk kedua jenis *superplasticizer*.

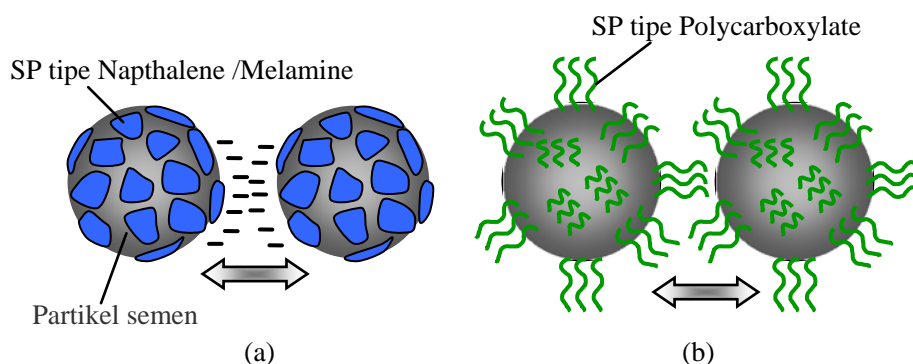
**Kata kunci:** *superplasticizer*, polycarboxylate, naphthalene, flowability, compatibility

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan kelecakan beton segar sehingga dapat dihasilkan beton yang mudah dipadatkan sehingga didapatkan mutu yang lebih baik. Akan tetapi *superplasticizer* juga memiliki kelemahan yang cukup mengkhawatirkan. *Flowability* yang tinggi pada campuran beton yang mengandung *superplasticizer*, umumnya dapat bertahan sekitar 30 sampai 60 menit setelah itu berkurang dengan cepat (*slump loss*). Hal ini umumnya dijumpai pada *superplasticizer* tipe *naphthalene* (Tipe N) maupun tipe *melamine*. Kontrol kualitas yang lebih baik pada pengecoran beton menggunakan *superplasticizer* menjadi hal yang penting. Sedikit penggunaan yang kurang tepat dapat menjadi masalah yang besar dalam kualitas beton segar. Karena kesulitan tersebut, maka dirasakan perlu untuk mengembangkan *superplasticizer* jenis baru yang dapat mengimbangi kecepatan *slump loss*. Dengan latar belakang ini, di Jepang sejak awal tahun 1990-an telah dikembangkan *superplasticizer* baru [1], tanpa *slump loss* dan sedikit memperlambat hidrasi semen dengan bahan dasar *polycarboxylate* (tipe P). Saat ini, pengembangan terbaru dari *superplasticizer* polycarboxylate telah secara luas digunakan untuk beton mutu tinggi dan *self compacting concrete*. Mekanisme dispersi dari *superplasticizer* tipe P adalah dengan *electrostatic repulsion* dan *steric repulsion*

(Gambar 1) dan pada tipe P, *steric repulsion* lebih dominan. *Steric repulsion* terjadi karena adanya overlapping dari cabang polymer polycarboxylate. Overlapping ini menyebabkan partikel-partikel semen saling tolak-menolak. Sedangkan mekanisme dispersi *superplasticizer* tipe N hanya dengan *electrostatic repulsion* dimana partikel semen akan mendapat potensial negatif sehingga terjadi gaya tolak menolak [2,3].

Pada penelitian ini akan diuji kombinasi yang cocok (*compatible*) diantara dua jenis semen lokal dan enam tipe *superplasticizer* yang dipakai, dalam hal ini adalah *superplasticizer* tipe *polycarboxylate* dan tipe *naphthalene*. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, dapat diketahui pengaruh dari penggunaan tipe dan jenis (merk) *superplasticizer* terhadap perilaku setting time, efek penyebaran dan waktu serta kuat tekan dari campuran mortar tersebut. Selain itu, pada penelitian ini digunakan lebih dari satu jenis (merk) semen sehingga dapat diketahui pengaruh yang dihasilkan *superplasticizer* pada jenis semen tertentu.



**Gambar 1.** Pemisahan partikel semen dengan (a) *electrostatic repulsion* dan (b) *steric repulsion*

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Material dan mix design

Pada penelitian ini digunakan *superplasticizer* dengan bahan dasar *polycarboxylate* (tipe P) dan *naphthalene* (tipe N) yang diproduksi oleh tiga perusahaan yang berbeda [4]. Selanjutnya tipe *polycarboxylate* akan disebut tipe P1, P2 dan P3, sedangkan untuk tipe *naphthalene* akan disebut tipe N1, N2 dan N3. Semen yang digunakan adalah dua jenis semen lokal yang merupakan semen portland tipe 1 modifikasi dan semen portland biasa. Selanjutnya kedua jenis semen lokal diatas akan disebut semen A dan semen B. Agregat halus yang digunakan memiliki karakteristik yang sama dalam setiap percobaannya. *Mix design* pasta semen ditunjukkan pada Tabel 1. Untuk pegujian mortar komposisi mix design dibuat dengan perbandingan volume antara volume semen dan air (60%) dan volume agregat halus (40%). Perbandingan volume ini disesuaikan dengan perbandingan volume yang dipakai dalam *self compacting concrete*. *Mix design* yang digunakan untuk pengujian *mortar flow* dan *funnel test* menggunakan variabel tetap yaitu dosis *superplasticizer* sebesar 0.4, 0.6 dan 0.8% untuk tipe P dan 1.0, 1.5 dan 2.0% dan untuk tipe N. Faktor air-semen disesuaikan dengan  $V_w/V_p$  (perbandingan volume air terhadap volume pasta) yang bervariasi. Mix design untuk uji kuat tekan ditunjukkan pada Tabel 2. Kadar yang digunakan untuk *superplasticizer* tipe P lebih kecil daripada tipe N karena tipe P mempunyai daya dispersi yang lebih tinggi. Faktor air-semen yang digunakan untuk *superplasticizer* tipe P juga lebih rendah. Dosis *superplasticizer* yang digunakan adalah persentase berat terhadap berat semen.

**Tabel 1: Mix design pasta semen**

	Dosis SP (%)	Berat Semen (gr)	w/c
Tipe P	0.5	400	0.25
	1	400	
Tipe N	0.5	400	0.32
	1	400	

**Tabel 2: Mix design mortar untuk uji kuat tekan**

	Dosis SP (%)	w/c	Vw/Vp	Berat Semen (gr)	Berat pasir (gr)
Tipe P	0.5	0.33	1.04	1575	1768
	0.8				
	1.5				
Tipe N	0.5	0.39	1.23	1440.81	1768
	1				
	1.5				

## 2.2. Pengujian

Prosedur pengujian dibagi menjadi 2 macam yaitu pengujian pasta semen dan pengujian pada mortar. Pengujian setting time dilakukan pada pasta semen dan pengujian pada mortar terdiri dari uji *mortar flow*, *funnel*, dan kuat tekan.

### 2.2.1. Pengujian setting time

Pengujian setting time dilakukan pada pasta semen yang sudah diberi *superplasticizer* dan diuji dengan alat vicat untuk menentukan *initial set* dan *final set*. Dalam percobaan ini, *superplasticizer* ditambahkan ke dalam campuran pasta sehingga dapat dilihat pengaruh penggunaan *superplasticizer*, jenis *superplasticizer*, dan penambahan dosis *superplasticizer* terhadap *setting time*.

### 2.2.2. Mortar flow test

Pengujian dengan *mortar flow* (Gambar 2) ini bertujuan untuk melihat pengaruh *superplasticizer* terhadap *deformability* pada mortar dengan nilai  $\Gamma_m$  sebagai indikatornya [5]. Apabila dari percobaan didapatkan nilai  $\Gamma_m$  yang besar maka *deformability* yang dihasilkan juga besar. Tetapi jika nilai  $\Gamma_m$  ini terlalu besar dikhawatirkan akan terjadi segregasi. Adapun rumus untuk mencari nilai  $\Gamma_m$  adalah :

$$\Gamma_m = \frac{((d_1 \times d_2) - 100)}{100} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :  $\Gamma_m$  = nilai deformabilitas

$d_1$  dan  $d_2$  = diameter dari campuran mortar pada pengujian mortar flow yang saling tegak lurus (mm)

Nilai ideal dari  $\Gamma_m = 5$ .

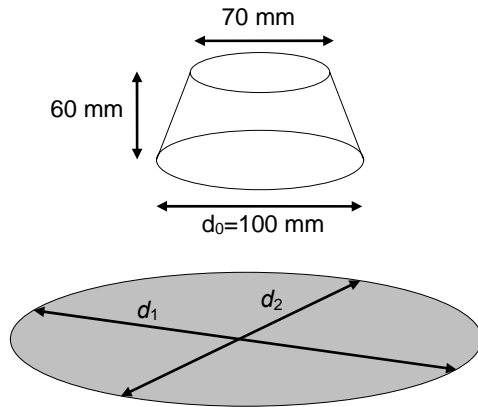
### 2.2.3. Mortar funnel test

Gambar 3 menunjukkan alat untuk pengujian *mortar funnel*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *superplasticizer* terhadap viskositas pada campuran mortar. Sebagai indikator, dipakai nilai  $R_m$ [5]. Semakin kecil nilai  $R_m$ , viskositas dalam suatu campuran mortar semakin tinggi. Adapun rumus untuk mencari nilai  $R_m$  adalah :

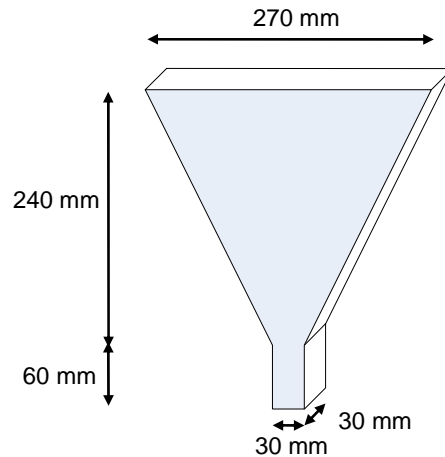
$$Rm = \frac{10}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :  $Rm$  = nilai viskositas  
 $t$  = waktu yang diperlukan campuran mortar untuk keluar dari funnel (detik)

Nilai ideal dari  $Rm = 1$ .



**Gambar 2.** Mortar cone test



**Gambar 3.** Mortar funnel test

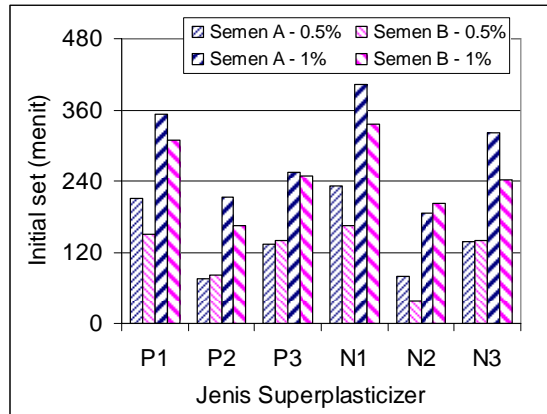
#### 2.2.4. Uji kuat tekan mortar

Pengujian kuat tekan mortar ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan dosis *superplasticizer* terhadap perkembangan kekuatan mortar pada umur 1, 3, 7, 14 dan 28 hari. Pada pengujian ini, sampel mortar yang diuji berbentuk kubus berukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ .

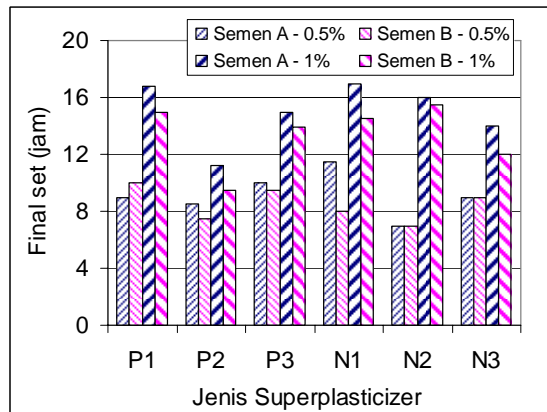
### 3. ANALISA HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1.1. Pengujian setting time

Gambar 4 menunjukkan waktu *initial set* dari pasta mortar untuk dua jenis semen dan enam *superplasticizer* tipe P dan N dengan dosis 0.5 dan 1.0%, sementara waktu *final set* ditunjukkan pada Gambar 5. Peningkatan dosis *superplasticizer* dari 0.5% menjadi 1% terlihat meningkatkan waktu *initial set* maupun *final set* untuk semua pasta semen. Semen A memiliki waktu *initial set* yang lebih lama dibandingkan dengan semen B. Pada pengujian ini terlihat bahwa merk *superplasticizer* yang digunakan juga mempunyai pengaruh terhadap waktu setting pasta semen. *Superplasticizer* tipe N2 dan P2 mempunyai waktu setting time yang lebih cepat dibandingkan dengan tipe yang lain.



**Gambar 4.** Waktu *initial set* untuk dosis *superplasticizer* yang berbeda



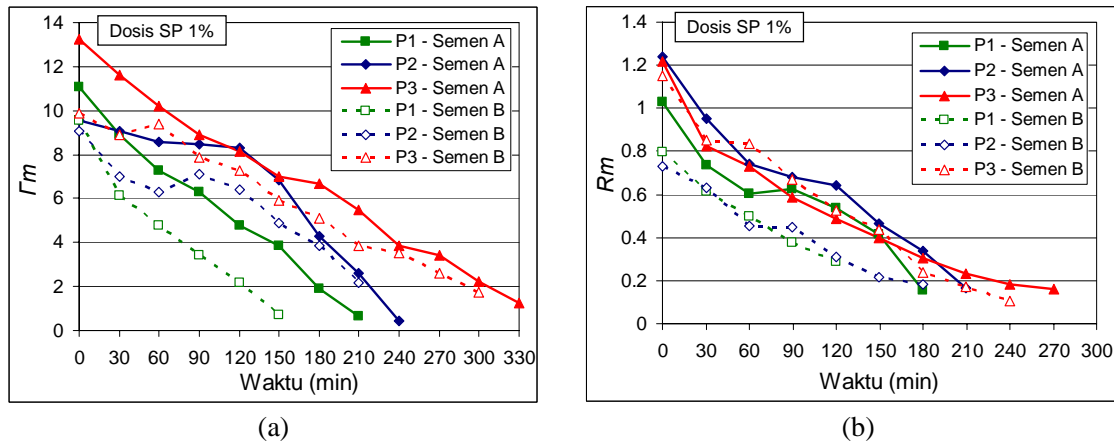
**Gambar 5.** Waktu *final set* untuk dosis *superplasticizer* yang berbeda

Secara umum waktu *final set* dari pasta semen tidak terlalu dipengaruhi oleh merk semen yang digunakan walaupun ada kecenderungan semen A mempunyai waktu *final set* lebih lama. Efek retardasi terbesar diberikan oleh kombinasi semen A dengan *superplasticizer* tipe P1 dan tipe N1.

Untuk pembuatan beton dengan menggunakan faktor air-semen yang rendah, seperti pada pembuatan beton mutu tinggi yang menggunakan *superplasticizer*, waktu *initial set* perlu diuji dengan teliti agar kombinasi *superplasticizer* dan semen yang digunakan tidak mempunyai setting time yang terlalu singkat.

### 3.1.2. Pengaruh jenis *superplasticizer* terhadap waktu retensi

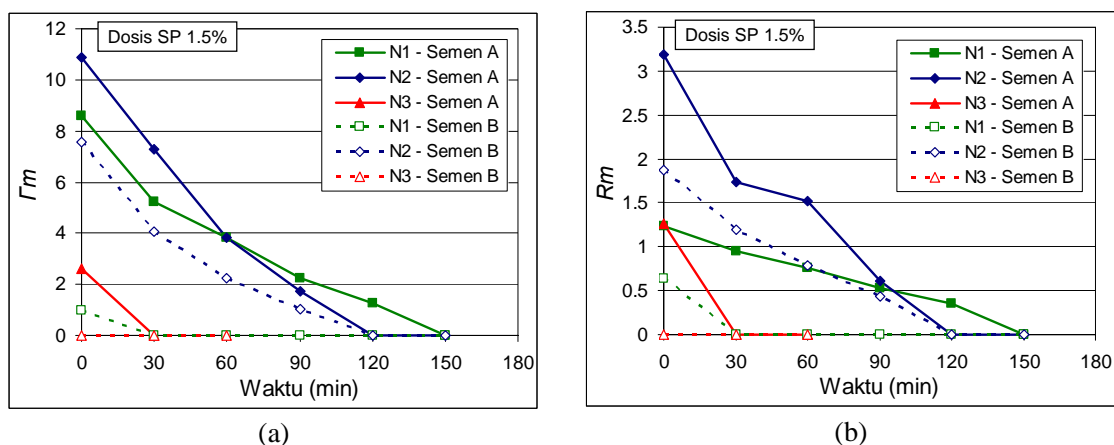
Waktu retensi adalah waktu dimana *superplasticizer* dapat mempertahankan kelecakan beton segar. Jenis semen yang tidak kompatibel dengan jenis *superplasticizer* akan mempersingkat waktu retensinya atau biasanya disebut *slump loss*. Gambar 6 menunjukkan hubungan antara nilai mortar *flow test* dan *funnel test* dengan waktu pengujian sejak air ditambahkan kedalam campuran mortar segar untuk *superplasticizer* tipe P dengan semen A dan B.



**Gambar 6.** Waktu retensi kelecakan untuk *superplasticizer* tipe P, (a)  $\Gamma_m$  dan (b)  $R_m$

*Superplasticizer* tipe P3 mampu memberikan nilai deformabilitas dan flowabilitas yang cukup tinggi serta mampu mempertahankannya dalam waktu yang paling lama. *Superplasticizer* tipe P1 mempunyai nilai retensi yang paling rendah karena setelah waktu 30 menit sudah mulai kehilangan kelecakannya. *Superplasticizer* tipe P2 terlihat mempunyai kinerja yang baik dengan mempunyai kelecakan yang tetap hingga waktu 120 menit. Untuk perbedaan jenis semen yang digunakan, tipe P dengan semen A mampu mempertahankan nilai mortar flow ( $\Gamma_m$ ) dan funnel speed ( $R_m$ ) campuran mortar dalam waktu yang lebih lama dibandingkan dengan dosis yang sama dengan semen B.

Waktu retensi campuran mortar menggunakan *superplasticizer* tipe N ditunjukkan pada Gambar 7. Terlihat bahwa semua tipe N mempunyai waktu retensi yang cukup singkat, dalam waktu 60-90 menit sudah sangat berkurang kelecakannya. Untuk tipe N3 bahkan dalam 30 menit sudah tidak lecah lagi. Penggunaan *superplasticizer* tipe N2 terlihat mempunyai kelecakan yang paling tinggi dibandingkan dengan N1 maupun N3. Seperti pada campuran dengan *superplasticizer* tipe P, tipe semen yang digunakan juga mempengaruhi nilai kelecakan dimana campuran dengan semen A mempunyai kelecakan yang lebih baik.



**Gambar 7.** Waktu retensi kelecakan untuk *superplasticizer* tipe N, (a)  $\Gamma_m$  dan (b)  $R_m$

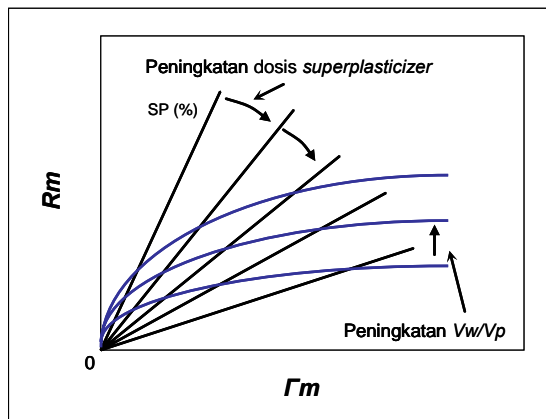
*Superplasticizer* tipe P mampu mempertahankan deformabilitas dan flowabilitas pada campuran mortar jauh lebih lama jika dibandingkan *superplasticizer* tipe N. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme dispersi *superplasticizer* tipe P dengan *steric repulsion* lebih efektif dalam mempertahankan kelecakan beton segar. Jenis semen

yang digunakan juga berpengaruh pada penggunaan *superplasticizer* tipe P maupun tipe N, hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh komposisi semen maupun kehalusan butiran semen.

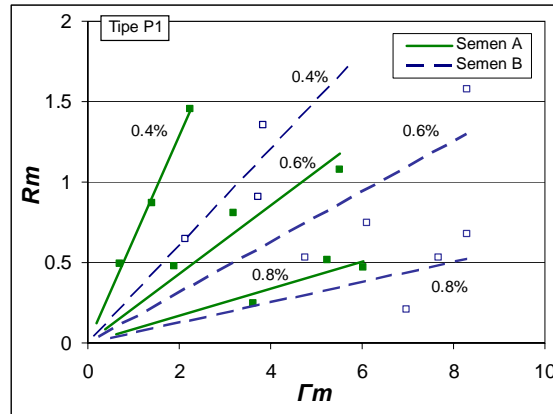
### 3.1.3. Pengaruh kadar *superplasticizer* terhadap deformabilitas dan viskositas

Nilai deformabilitas ( $\Gamma m$ ) dan viskositas ( $Rm$ ) dari suatu campuran mortar dapat digambar pada grafik yang sama untuk menunjukkan pengaruh perubahan dosis *superplasticizer* dan rasio volume air terhadap volume pasta ( $V_w/V_p$ ) terhadap kelecakan. Gambar 8 menunjukkan hubungan antara nilai  $\Gamma m$  dan  $Rm$  dengan dosis *superplasticizer* yang digunakan dan faktor air semen yang digunakan. Terlihat bahwa penambahan dosis *superplasticizer* akan meningkatkan nilai deformabilitas dari campuran sementara nilai viskositasnya tidak terlalu terpengaruh. Peningkatan rasio volume air terhadap volume pasta ( $V_w/V_p$ ) (peningkatan faktor air-semen ( $w/c$ )) akan mengakibatkan peningkatan deformabilitas maupun viskositas campuran mortar. Dengan grafik ini akan diketahui keefektifan penggunaan dosis *superplasticizer* terhadap kelecakan yang dihasilkan. Penggunaan dosis yang tepat akan didapatkan beton yang lebih ekonomis dengan kelecakan yang dispesifikasikan.

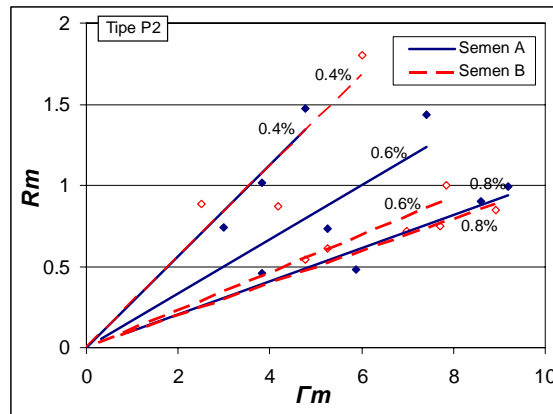
Gambar 9, 10 dan 11 secara berurutan menunjukkan korelasi nilai  $\Gamma m$  dan  $Rm$  untuk *superplasticizer* tipe P1, P2 dan P3. Dosis *superplasticizer* yang digunakan adalah 0.4, 0.6 dan 0.8%. Pada tipe P1 terlihat bahwa peningkatan dosis *superplasticizer* yang digunakan meningkatkan kelecakan secara proporsional sementara pada tipe P2 dan P3, hanya terjadi peningkatan yang sedikit dari penggunaan dosis 0.6% ke 0.8%. Hal ini terjadi karena sebenarnya dengan dosis 0.6% sudah menghasilkan campuran mortar yang sudah cukup lecah, sehingga penambahan dosis berikutnya menjadi tidak efektif. Dengan dosis yang sama untuk ketiga jenis *superplasticizer* tipe P yang digunakan, Tipe P3 mempunyai kelecakan yang lebih baik daripada tipe P1 dan P2.



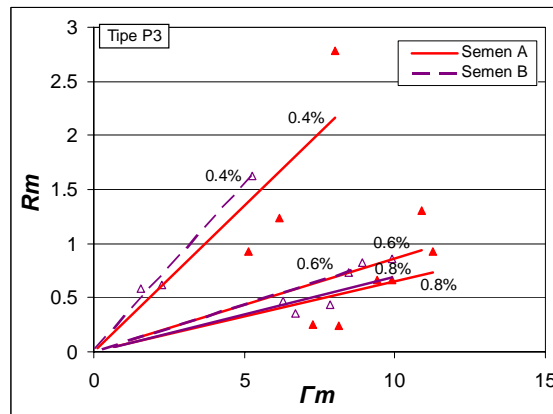
**Gambar 8.** Hubungan nilai  $\Gamma m$  dan  $Rm$  dengan dosis *superplasticizer* dan  $V_w/V_p$



**Gambar 9.** Korelasi nilai  $\Gamma m$  dan  $Rm$  untuk *superplasticizer* tipe P1



**Gambar 10.** Korelasi nilai  $\Gamma m$  dan  $Rm$  untuk *superplasticizer* tipe P2



**Gambar 11.** Korelasi nilai  $\Gamma m$  dan  $Rm$  untuk *superplasticizer* tipe P3

Hubungan antara tipe semen yang digunakan dengan jenis *superplasticizer* juga terlihat pada Gambar 9, 10 dan 11. Terlihat bahwa semen A mempunyai kompatibilitas yang lebih rendah dengan tipe P1 sedangkan untuk tipe P2 dan P3, jenis semen yang digunakan tidak terlalu berpengaruh pada kelecakan yang dihasilkan.

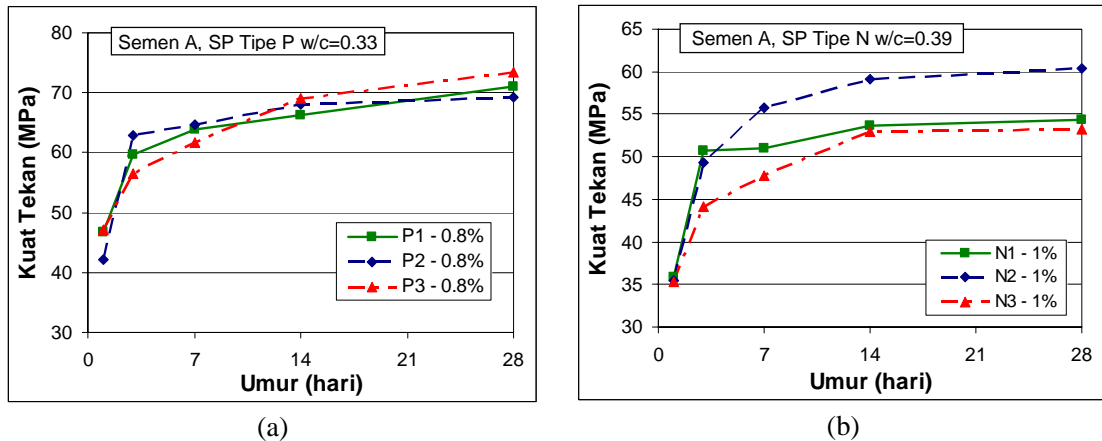
Pada *superplasticizer* tipe P dengan penambahan dosis maka viskositas pada mortar akan bertambah, dan campuran mortar akan memiliki deformabilitas yang tinggi dan menjadi lebih tinggi kelecakannya. Selain itu dengan melihat dosis *superplasticizer* yang digunakan, dapat dikatakan bahwa meskipun penambahan dosis dapat membuat



campuran mortar lebih mengalir, namun ada suatu batasan dosis, dimana jika ditambahkan lagi fungsi *superplasticizer* menjadi tidak begitu efektif.

### 3.1.4. Pengaruh pada perkembangan kuat tekan

Pada pengujian perkembangan kuat tekan mortar dipakai semen A, karena dari percobaan sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi antara semen A dengan *superplasticizer* tipe N maupun P, secara umum memberikan nilai kelecakan yang lebih besar. Gambar 12 menunjukkan kuat tekan spesimen mortar pada umur satu hingga 28 hari.

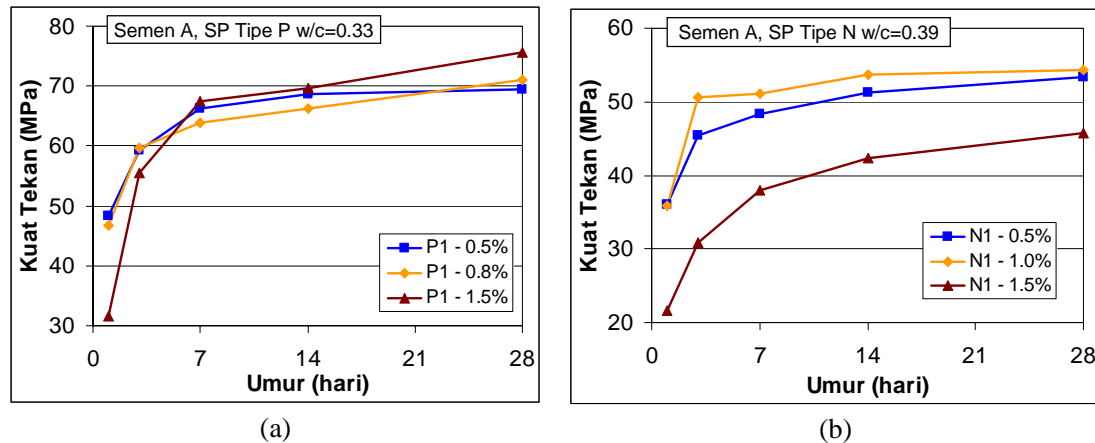


**Gambar 12.** Perkembangan kekuatan Mortar dengan tipe *superplasticizer* yang berbeda, (a) tipe P dan (b) tipe N

Dari Gambar 12(a) dapat diketahui bahwa dengan dosis *superplasticizer* tipe P yang sama, tipe P3 memberikan nilai kuat tekan mortar yang paling tinggi pada umur 28 hari, meskipun pada awalnya nilai kuat tekan yang diberikan lebih rendah. Perlu diingat bahwa kombinasi semen A dengan *superplasticizer* tipe P3 memberikan *flowability* yang paling baik, sehingga pemadatan dapat lebih baik dan tipe P3 memberikan nilai kuat tekan yang lebih tinggi. Namun selisih perkembangan kekuatan antar jenis *superplasticizer* tipe P ini tidak terlalu berbeda.

Gambar 12(b) menunjukkan perkembangan kekuatan *superplasticizer* tipe N, dengan dosis *superplasticizer* yang sama dapat dilihat bahwa seiring berjalannya waktu, tipe N2 memberikan nilai kuat tekan yang paling tinggi, hal ini sesuai dengan pengujian sebelumnya dimana *superplasticizer* tipe N2 memberikan nilai kelecakan yang terbesar bila ditambahkan pada semen A. Untuk Tipe N1 dan N3 mempunyai perkembangan kekuatan yang lambat dan hanya sedikit meningkat setelah umur 14 hari. Jadi terlihat untuk *superplasticizer* tipe N, terdapat pengaruh yang lebih besar antar merk *superplasticizer* dan dosis yang digunakan dengan perkembangan kekuatannya.

Gambar 13 menunjukkan perkembangan kekuatan mortar dengan *superplasticizer* tipe N1 dan tipe P1 dengan semen A dan dilakukan peningkatan dosis *superplasticizer* yang digunakan. Dengan variasi dosis *superplasticizer* tipe P1 (Gambar 13(a)), dapat dilihat bahwa kuat tekan mortar yang terbesar dihasilkan pada dosis 1.5% pada umur 28 hari, meskipun kekuatan umur 1 hari sangat rendah. Ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya dosis *superplasticizer* tipe P pada campuran mortar, mortar akan mengalami penurunan pada kekuatan awal namun mengalami peningkatan kekuatan yang baik dengan berjalannya waktu. Jadi penggunaan tipe P yang sedikit berlebih tidak terlalu berefek pada kekuatan akhir.



**Gambar 13.** Pengaruh dosis *superplasticizer* pada perkembangan kekuatan mortar  
(a) tipe P dan (b) tipe N

Pada *superplasticizer* tipe N1 (Gambar 13(b)) dengan variasi dosis dapat dilihat bahwa kuat tekan mortar yang terbesar dihasilkan pada dosis 1%. Dengan dosis 0.5% kelecakan mortar masih kurang untuk pemadatan yang lebih sempurna, hal ini menyebabkan kekuatannya sedikit lebih rendah. Pada penggunaan dosis 1.5%, didapatkan bahwa perkembangan kekuatan mortar berjalan sangat lambat. Hingga pada umur 28 hari didapatkan kekuatan yang lebih rendah daripada campuran yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa apabila terjadi pemakaian dosis yang berlebihan pada campuran, perkembangan kekuatannya akan mengalami perlambatan, bahkan dimungkinkan juga kehilangan kuat tekan secara drastis. Penyebabnya adalah pada pemakaian dosis yang berlebihan pada *superplasticizer* tipe N, proses hidrasi dari partikel semen dapat terhambat karena permukaan partikel semen yang seharusnya bereaksi dengan air terselubungi oleh *superplasticizer* sehingga tidak dapat bersentuhan dengan air. Pada *superplasticizer* tipe P, partikel semen masih dapat berhidrasi karena permukaannya tidak terselubungi oleh partikel *superplasticizer* dengan air sehingga tidak terjadi perlambatan hidrasi yang berlebihan.

#### 4. KESIMPULAN

1. Penggunaan *superplasticizer* dengan bahan dasar *polycarboxylate* (tipe P) mempunyai sifat yang lebih baik dalam hal deformabilitas, viskositas dan waktu retensi yang lebih baik dibandingkan dengan *superplasticizer* dengan bahan dasar *naphthalene* (tipe N). Kelemahan *superplasticizer* tipe N seperti slump loss yang cepat tidak terlihat pada tipe P.
2. Jenis *Superplasticizer* dan semen yang digunakan berpengaruh terhadap kelecakan yang terjadi pada mortar segar, akan tetapi perbedaan pengaruhnya lebih kecil pada *superplasticizer* tipe P dan tipe P ini lebih kompatibel dengan kedua jenis semen yang diteliti dibandingkan tipe N.
3. Dosis yang optimum untuk kelecakan yang dikehendaki dapat dilihat pada hubungan antara nilai deformabilitas dan nilai viskositas dimana terdapat kadar tertentu dengan penambahan *superplasticizer* tidak akan efektif untuk meningkatkan kelecakan beton segar.
4. Terdapat hubungan antara kelecakan mortar segar dengan kuat tekannya, dimana pada *superplasticizer* tipe P3 dan *superplasticizer* tipe N2 yang memiliki nilai

kelecekan yang tinggi bila digunakan dengan semen A ternyata memberikan nilai kuat tekan mortar yang terbesar.

5. Pemakaian dosis yang tinggi pada *superplasticizer* tipe N akan menyebabkan mortar sulit untuk mengeras dan kehilangan kekuatannya, sedangkan untuk tipe P hanya berpengaruh pada kekuatan awalnya sedangkan kekuatan akhirnya dapat lebih tinggi.
6. Untuk campuran dengan faktor air-semen yang rendah, pengujian *initial set* perlu dilakukan pada kombinasi semen dan dosis *superplasticizer* yang digunakan agar tidak didapatkan waktu *set* yang terlalu cepat.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

1. Toyoharu, N. (1999), *Chemical admixture to improve the microstructure and properties of hardened concrete*, Hokkaido: Hokkaido University.
2. Petrov, N. (2001), *Cement/superplasticizer interaction the case of polysulfonates*, Quebec: University of Sherbrooke.
3. D'Souza, B., & Fletcher, K. (2005), *New generation hyperplasticisers for the new millennium*, Degussa Construction Chemicals Australia Pty Ltd.
4. Herianto, A dan Alfred M., J. (2007), *Pengaruh penggunaan superplasticizer tipe polycarboxylate dan naphthalene pada mortar segar dengan menggunakan semen lokal*, Universitas Kristen Petra
5. Okamura, H., & Ouchi, M. (2003), Self compacting concrete, *Journal of Advanced Concrete Technology* Vol. I (1), 5-15.