

**SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 22/SE/M/2015
TANGGAL 23 APRIL 2015**

TENTANG

**PEDOMAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH KIMIA
(*CHEMICAL ADMIXTURE*) DALAM BETON**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**



MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA

Kepada Yth.:

Para Pejabat Eselon I di lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

**SURAT EDARAN
NOMOR : 22 /SE/M/2015**

TENTANG

**PEDOMAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH KIMIA
(CHEMICAL ADMIXTURE) DALAM BETON**

A. Umum

Dalam kegiatan pelaksanaan pekerjaan beton terdapat dua pilihan penggunaan beton yaitu menggunakan teknik pencampuran dan pengecoran di tempat (*site mix*) atau teknik beton siap aduk (*ready mixed*) dimana bahan tambah (*admixture*) hampir selalu digunakan. Aplikasi beton di lapangan seringkali menemui kendala dan keterbatasan tertentu seperti keperluan penundaan pengecoran, waktu transportasi, pembatasan panas hidrasi, hilangnya kinerja kelecakan (*slump loss*) dan lain-lain, sehingga penggunaan bahan tambah (*admixture*) dibutuhkan dalam perencanaan kegiatan pembeconan.

B. Dasar Pembentukan

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintahan Provinsi, Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
- 3) Peraturan Presiden Nomor 7 Tahun 2015 tentang Organisasi Kementerian Negara;
- 4) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 16);

- 5) Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 121/P Tahun 2014 tentang Pembentukan Kementerian dan Pengangkatan Menteri Kabinet Kerja Periode Tahun 2014-2019;
- 6) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2012 tentang Penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Bidang Jalan.

C. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan bagi Pejabat Eselon I di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, perencana, pelaksana dan pengawas dalam menggunakan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang dibutuhkan dalam kegiatan pembeconan. Penggunaan bahan tambah kimia dibutuhkan pada aplikasi beton di lapangan yang seringkali menemui kendala dan keterbatasan tertentu seperti keperluan penundaan pengecoran, waktu transportasi, pembatasan panas hidrasi serta hilangnya kinerja kelecakan (*slump loss*).

D. Ruang Lingkup

Pedoman ini menetapkan cara penggunaan bahan tambah kimia untuk beton yang meliputi tujuan penggunaan, dosis penggunaan serta prosedur penggunaan bahan tambah kimia.

E. Penutup

Ketentuan lebih rinci mengenai Pedoman Penggunaan Bahan Tambah Kimia (*Chemical Admixture*) dalam Beton ini tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran Menteri ini.

Demikian atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 23 April 2015

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. BASUKI HADIMULJONO

Tembusan disampaikan kepada Yth.:
Plt. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 22/SE/M/2015
TENTANG
PEDOMAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH KIMIA
(*CHEMICAL ADMIXTURE*) DALAM BETON

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

Penggunaan bahan tambah kimia
(*chemical admixture*) dalam beton



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Sifat-sifat beton yang diharapkan dengan penggunaan bahan tambah kimia	2
4.1 Pengaruh bahan tambah kimia pada sifat-sifat beton segar	2
4.2 Pengaruh bahan tambah kimia pada sifat-sifat beton keras	2
5 Tipe dari bahan tambah kimia	2
5.1 Bahan tambah kimia pengurang air – <i>normal water reducer (NWR/NWRA/Plasticizer)</i>	2
5.1.1 Komposisi kimia	3
5.1.2 Keuntungan	3
5.2 Bahan tambah kimia untuk menunda/memperlambat pengikatan (<i>retarder</i>)	3
5.2.1 Komposisi kimia	4
5.2.2 Keuntungan	4
5.3 Bahan tambah kimia untuk mempercepat pengikatan (<i>akselerator</i>)	4
5.3.1 Komposisi kimia	5
5.3.2 Keuntungan	5
5.4 Bahan tambah kimia pengurang air dosis tinggi	5
5.4.1 Komposisi kimia	6
5.4.2 Keuntungan	6
6 Prosedur penggunaan	6
Lampiran A Contoh penggunaan bahan tambah kimia pada beton	9
Lampiran B Jenis bahan tambah kimia untuk penggunaan lain	13
Bibliografi	15

Prakata

Pedoman penggunaan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) dalam beton disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. Pedoman ini dimaksudkan sebagai petunjuk dalam menggunakan bahan tambah kimia dalam beton.

Unsur keselamatan kerja dan lingkungan yang mungkin terkait dengan penggunaan bahan tambah kimia untuk beton tidak dibahas dalam pedoman ini. Pengguna wajib memenuhi persyaratan keselamatan kerja dan lingkungan yang berlaku dalam menggunakan pedoman ini.

Pedoman ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01/S2 melalui Gugus Kerja Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 20 Agustus 2014 di Bandung oleh Subpanitia Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.

Pendahuluan

Dalam kegiatan pelaksanaan pekerjaan beton terdapat dua pilihan penggunaan beton yaitu menggunakan teknik pencampuran dan pengecoran di tempat (*site mix*) atau teknik beton siap aduk (*ready mixed*) dimana bahan tambah (*admixture*) hampir selalu digunakan.

Menurut Lembaga Administrasi Jalan Raya di Amerika Serikat (FHWA) bahan tambah (*admixture*) untuk beton dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu :

- 1) Bahan tambah mineral (*mineral admixture*) yang terdiri dari :
 - Abu terbang (*fly ash*) sesuai SNI 03-2460-1991
 - Mikrosilika (*silicafume*)
 - Slag (GGBFS)
- 2) Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang terdiri dari :
 - Pengurang air (*water-reducing*)
 - Penunda pengikatan (*set-retarding*)
 - Pemercepat pengikatan (*accelerating*)
 - *Superplasticizers*
 - Kombinasi dari tipe-tipe tersebut
 - Penambah gelembung udara (*air-entrainment*), sesuai SNI 2496:2008

Aplikasi beton di lapangan seringkali menemui kendala dan keterbatasan tertentu seperti keperluan penundaan pengecoran, waktu transportasi, pembatasan panas hidrasi, hilangnya kinerja kelecakan (*slump loss*) dan lain-lain, sehingga penggunaan bahan tambah (*admixture*) dibutuhkan dalam perencanaan kegiatan pembeconan.

Selain itu reaksi yang terjadi pada beton akibat penggunaan bahan tambah kimia akan sangat tergantung pada sifat material penyusun beton yang lainnya, seperti air, semen portland, agregat dan bahan tambah mineral seperti abu terbang dan *silicafume*, sehingga dituntut keahlian dan pemahaman yang baik serta percobaan campuran dalam penggunaannya.

Dalam SNI 03-2495-1991 Spesifikasi Bahan tambahan untuk beton, bahan tambah kimia untuk beton dibagi ke dalam 7 (tujuh) kelas, mulai dari kelas A sampai dengan kelas G. Meskipun terdapat banyak bahan tambah untuk beton yang tersedia di pasaran dan perlu pemahaman dalam penggunaannya, namun dalam pedoman ini hanya akan dibahas bahan tambah kimia, seperti yang tercantum dalam pada Pasal 5 pedoman ini.

Pedoman penggunaan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) dalam beton

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan cara penggunaan bahan tambah kimia untuk beton yang diatur spesifikasinya di dalam SNI 2495:1991, meliputi tujuan penggunaan, dosis penggunaan serta prosedur penggunaan bahan tambah kimia.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan pedoman ini.

SNI 03-2495-1991, *Spesifikasi bahan tambahan untuk beton*

SNI 03-2460-1991, *Spesifikasi abu terbang sebagai bahan tambahan untuk campuran beton*

SNI 2496:2008, *Spesifikasi bahan tambahan pembentuk gelembung udara untuk beton*

SNI 2847:2013, *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1

aditif

bahan kimia yang ditambahkan ke dalam semen dalam proses penggilingan di pabrik penggilingan semen portland untuk memodifikasi sifat semen dan beton yang dihasilkan

3.2

akselerator

bahan tambah untuk beton yang bersifat mempercepat proses pengikatan/pengerasan beton segar (*setting*)

3.3

bahan tambah kimia (*chemical admixtures*)

suatu bahan selain air, agregat, dan semen hidrolik, digunakan sebagai bahan beton atau mortar dan ditambahkan ke campuran (*batch*) segera, sebelum atau selama pencampuran, untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton dalam keadaan plastis atau setelah mengeras

3.4

plasticizer* atau *normal water reducing admixtures (NWRA/NWR)

bahan tambah yang memberikan sifat *workable* yang relatif tinggi dengan penggunaan air yang sedikit (rasio air semen yang kecil)

3.5

retarder

bahan tambah untuk beton yang bersifat memperlambat proses pengikatan/pengerasan beton segar (*setting*)

3.6

superplasticizer (SP) atau high range water reducing admixtures (HRWRA/HRWR) bahan tambah yang memberikan sifat workabilitas yang sangat tinggi dengan penggunaan air yang sangat sedikit (rasio air semen yang sangat kecil)

4 Sifat-sifat beton yang diharapkan dengan penggunaan bahan tambah kimia

Bahan tambah kimia digunakan dengan tujuan untuk memodifikasi sifat beton, baik beton dalam keadaan segar maupun beton setelah mengeras. Pemilihan bahan tambah harus berdasarkan sifat beton yang mampu dihasilkan oleh bahan tambah yang dipilih. Hal ini diuraikan dalam paragraf berikut.

4.1 Pengaruh bahan tambah kimia pada sifat-sifat beton segar

- Dapat meningkatkan *workability* tanpa meningkatkan rasio air semen
- Dapat memperlambat atau mempercepat waktu penetapan awal atau akhir
- Dapat mengubah tingkat *bleeding*
- Dapat menghambat segregasi atau meningkatkan kohesifitas
- Dapat meningkatkan kemampuan untuk pemompaan (*pumpability*)
- Dapat mengurangi laju kehilangan kinerja kelecakan (*slump loss*)

4.2 Pengaruh bahan tambah kimia pada sifat-sifat beton keras

- Dapat mempercepat laju perkembangan kekuatan terutama pada tahap awal
- Dapat meningkatkan kekuatan
- Dapat meningkatkan keawetan
- Dapat mengurangi permeabilitas
- Dapat mengontrol ekspansi akibat reaksi agregat dengan alkali
- Dapat meningkatkan ikatan dengan tulangan
- Dapat meningkatkan ikatan beton lama dengan beton baru
- Dapat meningkatkan ketahanan abrasi
- Dapat menghambat korosi tulangan yang masih tertanam

5 Tipe dari bahan tambah kimia

Dalam SNI 03-2495-1991, dijelaskan bahan tambah kimia yang diatur meliputi tipe/jenis bahan tambah berikut ini :

- Bahan tambah untuk pengurang penggunaan air (NWRA/NWR) atau tipe A
- Bahan tambah untuk menunda/memperlambat pengikatan (*retarder*) atau tipe B
- Bahan tambah untuk mempercepat pengikatan (*accelerator*) atau tipe C
- Bahan tambah untuk pengurang penggunaan air dosis tinggi (HRWRA/HRWR) atau tipe F
- Bahan tambah yang merupakan kombinasi (tipe D, E, dan G)

5.1 Bahan tambah kimia pengurang penggunaan air (NWRA/NWR/Plasticizer)

Bahan yang baik untuk meningkatkan kemampuan beton segar tanpa meningkatkan rasio air semen atau mempertahankan kemampuan kerja dengan mengurangi jumlah air, disebut sebagai bahan tambah pengurang air (*normal water reducer admixture/plasticizer*).

Seperti namanya, fungsi pengurangan air untuk bahan tambah ini adalah dengan mengurangi kadar air campuran, biasanya dengan 5% sampai 10%, kadang-kadang sampai

dengan 15%. Dengan demikian, tujuan menggunakan bahan tambah pengurangan air dalam campuran beton adalah untuk memungkinkan pengurangan faktor air semen (f.a.s), dengan tetap mempertahankan kinerja kelecakan yang diinginkan atau sebaliknya, untuk meningkatkan kinerja kelecakan (menambah nilai *slump*) pada rasio air semen yang diberikan. Pengurangan air yang dapat dilakukan sebenarnya tergantung pada dosis bahan tambah, kadar semen, jenis agregat yang digunakan, rasio semen, tipe agregat kasar dan halus dan sebagainya. Oleh karena itu, percobaan campuran dengan menggunakan bahan serta alat aktual yang akan digunakan pada pekerjaan sangat penting untuk mencapai sifat yang optimal.

5.1.1 Bahan kimia yang digunakan

Bahan kimia yang digunakan sebagai plasticizer (pengurangan air) adalah sebagai berikut:

- a. *Asam Lignosulfonic*, derivatif dan garam-garamnya
- b. *Asam Hydroxylated Carboxylic*, *garam dan derivatif*
- c. *Asam Nephthalene Sulphonic* berbasis produk melamin *Sulfonated polycondensation*,
- d. Gabungan atas bahan anorganik seperti borat, fosfat, amina dan turunannya, karbohidrat, gula dan senyawa polimer tertentu seperti selulosa, eter dan lain lain.

5.1.2 Keuntungan

Peningkatan kinerja workabilitas beton segar dapat dicapai tanpa mengurangi kekuatan tekan atau tanpa mengubah rasio air-semen. Hal ini sangat berguna ketika pori-pori beton harus dibatasi baik karena kepadatannya atau karena ditempatkan pada bagian yang tipis.

Peningkatan kekuatan dapat diperoleh dengan kadar semen yang sama dengan mengurangi faktor air semen.

Penghematan dalam kuantitas semen (sekitar 10%) dapat dicapai dengan menjaga perbandingan air / semen sehingga menghasilkan kinerja yang sama (lihat hasil percobaan pada Tabel A.1).

Penggunaan bahan tambah kimia jenis ini dapat diterapkan hampir pada semua pekerjaan beton.

Penggunaan bahan tambah kimia dalam pekerjaan beton harus didahului dengan percobaan serta disertai keahlian yang cukup untuk menghindari kerugian akibat penggunaan yang berlebihan (*overdosis*), baik yang berbentuk kerugian dari biaya bahan kimia yang tidak perlu maupun pengaruh penurunan kekuatan dan kinerja pada beton.

5.2 Bahan tambah kimia untuk menunda/memperlambat pengikatan (*retarder*)

Jenis bahan kimia ini menurunkan tingkat dari reaksi awal antara semen dan air, dan dengan demikian menghambat pengikatan beton. Berfungsi dengan melapisi permukaan komponen C3S (*tri kalsium silikat*), sehingga menunda reaksinya dengan air. Reaksi yang lambat dapat mengurangi kekuatan tekan awal. Karena pengerasan/pengikatan beton bisa terlalu cepat dalam kondisi iklim tropis, serta dibutuhkan waktu yang cukup untuk transportasi dan penempatan (*concrete placing*) yang harus selesai sebelum pengikatan terjadi, maka dalam kondisi seperti tersebut bahan tambah yang menunda pengikatan akan sangat berguna. Penundaan pengikatan hingga 20 jam dimungkinkan dengan penggunaan yang sesuai.

Keterlambatan pengerasan yang disebabkan oleh bahan ini dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan penyelesaian arsitektur seperti agregat yang terekspose, dimana *retarder* tersebut diulaskan pada permukaan dalam bekisting sehingga pengerasan semen yang

berdekatan tertunda. Semen ini dapat dihilangkan dengan mudah setelah bekisting dibuka sehingga permukaan agregat yang terekspos dapat diperoleh. Namun untuk beton ekspos dimana keseragaman warna beton diharapkan, penggunaan bahan tambah ini perlu dipikirkan untuk mencegah perbedaan warna beton keras akibat perbedaan waktu pengikatan pada struktur yang sama.

5.2.1 Komposisi kimia

Bahan tambah ini dapat dibagi dalam beberapa kategori berdasarkan komposisi kimianya. Bahan utama dari retarder adalah sebagai berikut :

- a. *Asam Lignosulphonic* dan garam yang lain contoh Na, Ca atau NH₄
- b. *Asam Hydro-carboxylic* dan garam-garamnya
- c. Karbohidrat-karbohidrat dan gula
- d. Garam anorganik berdasarkan pada *flourates, phosphates, oxides, borax* dan garam-garam *magnesium*

5.2.2 Keuntungan

Meningkatkan kemudahan dikerjakan, sifat kohesi dan memperpanjang waktu pengerjaan, memberikan perlindungan terhadap penundaan dan penghentian dan memfasilitasi serta menjaga beton untuk dapat dilaksanakan/dicor untuk jangka waktu yang panjang.

Dalam konstruksi besar, sifat mudah dikerjakan selama periode penempatan dan pencegahan terbentuknya sambungan dingin/*cold joints* dipastikan dengan menambahkan *retarder* di dalam campuran beton segar.

Waktu pengikatan yang diperpanjang meminimalkan risiko pengiriman jarak jauh dalam cuaca panas, meningkatkan *pumpability* beton dengan menambah waktu pengikatan dan peningkatan *workability* beton .

Mengurangi potensi *bleeding* dan segregasi meski tidak terlalu signifikan.

Mengurangi dampak lingkungan yang merugikan pada baja tulangan yang tertanam dengan pengurangan yang signifikan pada permeabilitas.

Dosis berkisar dari 0,05% sampai 1% dari berat semen, untuk berbagai produk yang direkomendasikan oleh produsen yang berbeda. Namun, harus tetap sesuai kebutuhan desain dan setelah uji coba.

Pada umumnya di Indonesia bahan tambah yang memperlambat pengikatan digunakan pada pengecoran fondasi tiang bor untuk jembatan yang menggunakan sistem *tremie*. Pada teknik ini pengecoran beton dapat memakan waktu sampai lebih dari 10 jam karena volume pengecoran yang cukup besar dan beton yang pertama masuk ke dalam lubang harus dapat dicegah untuk mengeras dan terangkat kembali keluar serta sama sekali tidak boleh terjadi *cold joint* . Penggunaan yang berlebihan dapat menurunkan kekuatan akibat rusaknya beton segar sebelum waktu pengikatan tercapai.

5.3 Bahan tambah kimia untuk mempercepat pengikatan (akselerator)

Bahan tambah ini ketika ditambahkan ke beton, mortar atau graut dapat meningkatkan tingkat hidrasi semen hidrolis, mempersingkat waktu pengikatan, mempercepat pengerasan atau pengembangan kekuatan beton / mortar.

Bahan tambah ini berfungsi dengan berinteraksi dengan C3S (*tri kalsium silikat*) komponen semen sehingga meningkatkan reaksi antara semen dan air.

5.3.1 Komposisi kimia

Banyak zat yang dikenal bertindak sebagai akselerator untuk beton. Termasuk *Hidroksida Alkali Silikat*, *Fluoro-Silikat*, senyawa organik, *Formates Kalsium*, *Kalsium Nitrat*, *Kalsium Thio Sulfat*, *Aluminium Klorida*, *Calcium Carbonate*, *Natrium Klorida* dan *Calcium Chloride*.

Dari jumlah tersebut, *Calcium Chloride* paling banyak digunakan karena ketersediaan yang banyak, biaya rendah, karakteristik kinerja yang terprediksi. Perlu diperhatikan bahwa bahan tambah *akselerator* yang mengandung klorida dapat mempercepat korosi tulangan, sehingga penggunaan bahan tambah yang mengandung klorida tidak direkomendasikan pada beton yang menggunakan tulangan di dalamnya. Di dalam SNI 2847:2013 persyaratan beton struktural disebutkan bahwa kandungan klorida dalam beton harus dibatasi jumlahnya berdasarkan jenis beton dan kelas paparan.

5.3.2 Keuntungan

- a. Memperpendek waktu pengikatan dan karenanya mempercepat pencapaian kekuatan
- b. Memungkinkan beton dilepas dari cetakan lebih cepat, sehingga pada industri pracetak produksi dapat berjalan dengan cepat
- c. Mengurangi segregasi dan meningkatkan kerapatan dan kuat tekan
- d. Pada daerah dengan iklim sub tropis, perawatan (*curing*) beton yang setara di musim dingin dan musim panas dapat dicapai
- e. Mengurangi kebutuhan air, *bleeding*, susut dan waktu yang dibutuhkan untuk pengikatan awal
- f. Memungkinkan beton dilaksanakan tanpa menggunakan acuan/cetakan, seperti pada pekerjaan *shotcrete*

Dosis berkisar antara 0,06% sampai 3% dari berat semen, untuk berbagai produk berdasarkan rekomendasi produsen yang berbeda, dan tetap harus mengikuti desain dan uji coba.

Diperlukan kehati-hatian dalam penggunaan bahan tambah yang mempercepat pengikatan, karena pengaruh kecepatan pengikatan yang dapat meningkatkan panas hidrasi dalam beton. Jika tidak disadari, peningkatan panas hidrasi dapat meningkatkan potensi retak pada beton yang mungkin dapat menyebabkan kegagalan pekerjaan. Penggunaan akselerator sangat bermanfaat untuk mendapatkan pengerasan beton pada saat pengecoran di musim dingin. Di Indonesia penggunaan bahan tambah yang mempercepat pengikatan pada umumnya kurang cocok, dan hanya biasa digunakan dalam pekerjaan beton tembak (*shotcrete*) yang bertujuan agar beton dapat menempel (langsung mengeras) untuk pelaksanaan beton pada bidang vertikal dan *overhead* seperti tembok, tebing atau dinding dan terowongan.

5.4 Bahan tambah kimia pengurang penggunaan air dosis tinggi (*HRWRA/HRWR/Superplasticizer/SP*)

Bahan tambah pengurang air (*normal water reducer*) adalah bahan tambah yang disebut *plasticizer* dalam teknologi beton. Suatu produk pengurang air yang biasa mampu mengurangi kebutuhan air sebesar 10% sampai 15%. Pengurangan air yang lebih tinggi, dengan memasukkan jumlah besar bahan tambah jenis *plasticizer*, akan menghasilkan efek yang tidak diinginkan pada beton seperti *bleeding*, segregasi dan pengikatan yang tidak terkendali. Jenis baru pengurang air (*HRWR/superplasticizer/SP*), yang secara senyawa kimia berbeda dari pengurang air biasa (*NWR/plasticizer*) akan mampu mengurangi kadar air sampai dengan 30%. Bahan tambah yang termasuk dalam kelas ini dikenal sebagai *superplasticizer*. *Superplasticizers (High Range Water Reducer)*, yang sebenarnya merupakan versi yang lebih modern dari *plasticizer (Normal Water Reducer)*.

Pada saat pemberian, dengan rasio air/semen dan kadar air yang tersedia dalam campuran, aksi menyebar dari *superplasticizer* akan meningkatkan kinerja beton, biasanya dengan menaikkan nilai *slump* dari 75 mm menjadi 200 mm. Beton yang dihasilkan dapat ditempatkan dengan sedikit atau tanpa pemadatan dan tidak bermasalah dengan *bleeding* yang berlebihan atau segregasi. Beton ini disebut sebagai beton mengalir (*flowing concrete*) dan berguna untuk ditempatkan di bagian yang sangat sulit dijangkau karena tulangan yang rapat, di wilayah yang tidak terjangkau pemadatan, di lantai atau perkerasan kaku, dan juga sangat cepat ditempatkan di tempat yang diinginkan. Prinsip utama dari aksi *superplasticizers* adalah kemampuannya untuk menghancurkan partikel-partikel semen dengan sangat efisien. Karena *superplasticizers* (SP) tidak menguap di udara, SP dapat digunakan pada dosis tinggi tanpa mempengaruhi kekuatan.

5.4.1 Komposisi kimia

Komponen utama kimia dari bahan tambah ini biasanya adalah :

- a. *Sulfonated melamine formaldehyde condensates*
- b. *Sulfonated naphthalene formaldehyde condensates*
- c. Modifikasi *Lignosulfonates*
- d. Lain-lain seperti *asam ester sulfonat* dan *ester karbohidrat*
- e. *PCE – Polycarboxylate Esther*.

5.4.2 Keuntungan

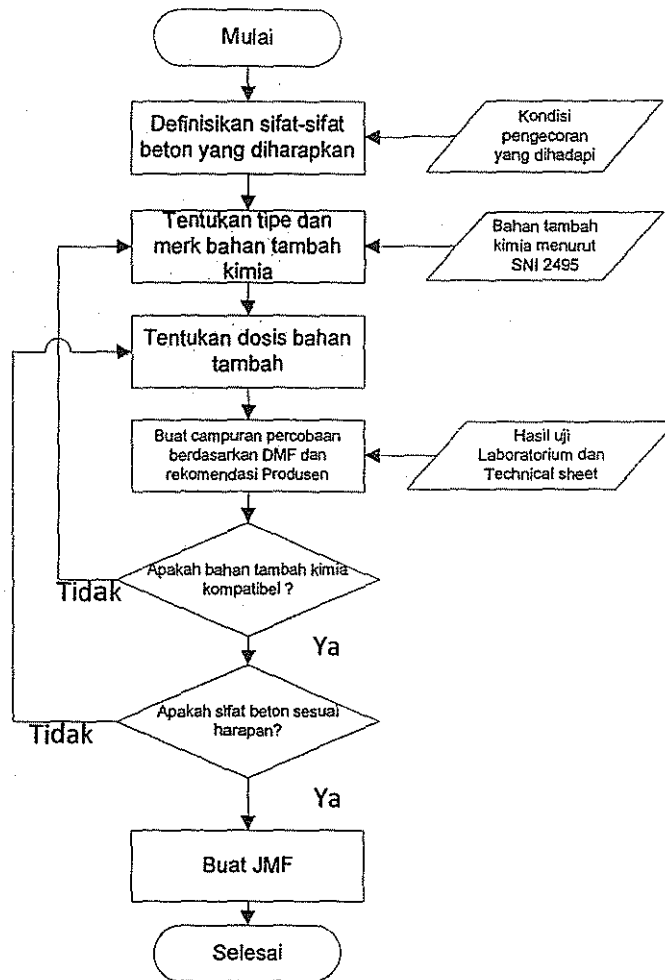
Beberapa keuntungan menggunakan bahan tambah ini antara lain adalah :

- a. Kadar semen dapat dikurangi cukup besar untuk menjaga faktor air semen yang sama. Hal ini akan menghasilkan penghematan.
- b. Faktor air-semen dapat dikurangi secara signifikan untuk menjaga kadar semen dan kinerja kelecakan yang sama. Hal ini akan menyebabkan peningkatan kekuatan.
- c. Kinerja tinggi pada faktor air semen sangat rendah seperti pengecoran beton dengan tulangan yang rapat.
- d. Mengurangi permeabilitas
- e. Perkembangan kekuatan awal yang tinggi yang diperlukan dalam beton pratekan atau pengecoran lantai, dan perkerasan kaku di mana pembukaan akses untuk keperluan pekerjaan atau lalu lintas yang padat diperlukan.

Sama dengan bahan tambah kimia yang lain, penggunaan dalam pekerjaan beton harus didahului dengan percobaan untuk mengetahui efek terhadap beton segar maupun beton setelah mengeras. Penggunaan yang berlebihan akan memberikan pengaruh yang merugikan seperti segregasi, waktu pengikatan yang tidak terkendali dan penurunan kekuatan.

6 Prosedur penggunaan

Secara singkat prosedur penggunaan bahan tambah kimia dalam beton yang dimulai dari mendefinisikan sifat beton yang diharapkan dan diakhiri dengan penerbitan *Job Mix Formula* dapat dijelaskan di dalam bagan alir berikut ini.



Gambar 1 - Bagan alir penggunaan bahan tambah kimia

a. Mendefinisikan sifat beton yang diharapkan

Hal ini penting untuk dipahami oleh pengguna karena merupakan dasar dari keputusan perlu atau tidaknya penggunaan bahan tambah. Proses ini biasanya mendapatkan masukan dari kendala yang mungkin dihadapi pada saat pelaksanaan pembetonan seperti perlunya waktu pelaksanaan yang lebih panjang, kekuatan yang lebih tinggi, pembatasan jumlah semen dan sebagainya.

b. Menentukan tipe dan merk bahan tambah kimia

Penentuan tipe dan merk dari bahan tambah terkait dengan ketersediaan bahan dan pengaruh yang akan dihasilkan oleh bahan tambah kimia tersebut terhadap sifat-sifat beton segar dan beton keras sebagaimana yang diuraikan dalam Pasal 4 pedoman ini. Pada kasus tertentu, bahan kimia utama pada bahan tambah kimia untuk beton kemungkinan tidak kompatibel dengan bahan utama beton yang lain seperti semen dan agregat, sehingga penggunaannya tidak akan memberikan keuntungan apapun bahkan akan memberikan efek buruk pada beton.

c. Menentukan dosis bahan tambah kimia

Penggunaan dosis bahan tambah kimia akan disesuaikan dengan rentang rekomendasi yang dikeluarkan oleh produsen bahan tambah dan efek yang dihasilkan pada beton akibat dosis yang digunakan. Variasi akan sangat mungkin karena sifat beton yang dihasilkan dengan penggunaan dosis tertentu juga dipengaruhi oleh sifat bahan utama beton yang lain seperti sifat semen dan sifat agregat yang digunakan.

d. Membuat campuran percobaan

Efek pengaruh penggunaan bahan tambah kimia pada beton segar maupun beton keras harus dibuktikan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan dalam pekerjaan. Oleh karena itu pembuatan campuran percobaan di laboratorium maupun di lapangan perlu dilakukan, untuk meyakinkan bahwa sifat beton yang diharapkan tercapai dengan komposisi yang ditetapkan.

e. Membuat komposisi campuran kerja (*Job Mix Formula – JMF*)

Sebagaimana pekerjaan beton pada umumnya, untuk pegangan pelaksanaan di lapangan komposisi bahan beton termasuk bahan tambah kimia harus disesuaikan dengan kondisi lapangan dan ditetapkan dalam Komposisi Campuran Kerja (*Job Mix Formula-JMF*) yang akan menjadi dasar dalam pengendalian pekerjaan.

Lampiran A
(informatif)
Contoh penggunaan bahan tambah kimia pada beton

A.1 Efek menggunakan bahan tambah *plasticizer*

Hasil pengujian menunjukkan peningkatan kemampuan kerja dan peningkatan kekuatan diberikan di dalam Tabel A.1.

Tabel A.1 - Contoh pengaruh penggunaan bahan tambah *NWR* terhadap sifat beton

Uraian	Dosis % terhadap berat semen	Semen Portland (kg/m ³)	f.a.s	Slump (cm)	Kuat Tekan (N/mm ²)			
					1 hari	3 hari	7 hari	28 hari
Blanko	—	300	0.6	7	7	18	26	34
<i>Workability</i>	0,2%	300	0.6	10	7	18	28	37
	0,3%	300	0.6	12	6	17	27	35
Kekuatan	0,2%	300	0.56	7	7	21	32	41
	0,3%	300	0.54	7	8	23	33	44
Penghematan semen	0,2%	280	0.6	7	7	19	28	36
	0,3%	270	0.6	7	6	19	27	35

Dari Tabel A.1 di atas terlihat bahwa banyak keuntungan yang dapat diperoleh pada saat yang bersamaan seperti :

- a. Mengurangi kadar semen, menjaga rasio air-semen dan kinerja kelecakan yang sama
- b. Mengurangi faktor air semen, menjaga kadar semen yang sama dan kinerja yang sama. Hal ini akan menghasilkan peningkatan kekuatan
- c. Meningkatkan kinerja, menjaga rasio air semen dan kadar semen yang sama. Ini khusus diperlukan saat peningkatan kinerja untuk pemompaan diperlukan.
- d. Dosis berkisar 0,15% – 0,6% berat semen (dosis yang berbeda untuk produk yang berbeda) yang direkomendasikan oleh produsen, bagaimanapun, harus ditetapkan sesuai persyaratan desain dan setelah uji coba.

A.2 Efek menggunakan bahan tambah menunda/memperlambat

Memperlambat pengikatan pada campuran akan membentuk lapisan di sekitar butiran semen yang mencegah atau menunda reaksi dengan air. Setelah beberapa saat, lapisan ini hancur dan hidrasi yang normal akan terjadi. Tabel A.2 di bawah ini menunjukkan hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari bahan tambah penunda pengikatan.

Tabel A.2 - Contoh pengaruh penggunaan bahan tambah retarder terhadap sifat beton

No	Uraian	Dosis bahan tambah (liter/50kg semen)	f.a.s	Slump (mm)	Kuat tekan (kg/cm ²)			Kepadatan (kg/m ³)
					3 Hari	7 Hari	28 Hari	
1	Blanko	0	0,65	60	102	131	167	2368
2	Peningkatan <i>Workability</i>	0,15	0,65	130	105	135	171	2384
3	Peningkatan Kekuatan	0,15	0,572	65	161	193	257	2390

Dari hasil Tabel A.2 di atas dapat diketahui bahwa dengan menggunakan *retarder* dalam beton pada berbagai campuran, karena peningkatan nilai *slump*, kinerja kelecakan dan kekuatan beton dapat ditingkatkan dengan mempertahankan rasio air semen yang sama. Dengan pengurangan rasio air semen, kekuatan beton dapat ditingkatkan tanpa kehilangan kinerja kelecakan.

A.3 Pengaruh penggunaan akselerator

Tabel A.3 dibawah ini menunjukkan hasil pengujian yang dibuat berdasarkan percobaan. Dengan detail campuran sebagai berikut : OPC 300 kg/m³ , Pasir Zona M, Agregat Kasar 5-20 mm, Akselerator : 2,5 liter per 100 kg semen portland dan dengan nilai *slump* yang setara.

Tabel A.3 - Contoh pengaruh penggunaan bahan tambah terhadap sifat beton

Uraian	Temperatur Perawatan. (°C)	Dosis per 100 kg semen (liter)	Waktu pengikatan (jam)		Kuat Tekan (N/mm ²)					
			Awal	Akhir	10 jam	18 jam	24 jam	3 hari	7 hari	28 hari
Blanko	5	0	14	19	-	-	1,5	5,5	17,0	32,0
Akselerator	5	2,5	12	17	-	0,5	3,0	10,0	20,0	36,0
Blanko	10	0	4	6	-	-	2,5	8,0	20,0	35,0
Akselerator	10	2,5	3	4,5	-	2,0	4,5	13,0	24,0	40,0
Blanko	20	0	3	4,5	1,0	4,5	6,0	17,0	29,0	43,0
Akselerator	20	2,5	2	3,5	3,5	9,0	11,0	24,0	34,0	46,0

Dari hasil Tabel A.3 di atas terlihat bahwa dengan menggunakan akselerator dalam campuran beton dengan *slump* dan berat semen yang sama, memberikan peningkatan kekuatan pada tahap awal dan akhir. Pengaruh yang sangat signifikan terjadi pada waktu pengikatan yang semakin singkat.

A.4 Efek menggunakan bahan tambah kimia *superplasticizer*/SP

Untuk meningkatkan kinerja campuran, dosis normal *superplasticizers* adalah 1 sampai 3 liter per m³. Ketika *superplasticizers* digunakan untuk pengurangan air dan untuk mencapai kekuatan tinggi, dosisnya akan jauh lebih tinggi, dapat mencapai 5 sampai 20 liter per meter kubik beton. Umumnya, dosis yang dianjurkan oleh produsen harus diambil sebagai pedoman dan dosis yang tepat diputuskan berdasarkan uji coba. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan khas kemampuan kerja dan peningkatan kekuatan karena penggunaan *superplasticizer*, ditunjukkan dalam Tabel A.4, Tabel A.5 dan Tabel A.6 di bawah ini:

Tabel A.4 - Pengaruh penggunaan bahan tambah HRWR terhadap sifat beton segar

No.	Dosis / 50 kg semen (liter)	f.a.s	Kadar Semen (kg/m ³)	Slump (mm)
1	Blanko	0,55	350	50
2	0,2	0,55	350	80
3	0,4	0,55	350	150
4	0,6	0,55	350	200

Dalam Tabel A.4 di atas menunjukkan bahwa dengan menggunakan dosis yang berbeda dari *superplasticizer*, slump tersebut meningkat sehingga menjadi lebih baik kinerja betonnya.

Tabel A.5 - Pengaruh penggunaan bahan tambah HRWR terhadap sifat beton keras

No.	Dosis / 50 kg semen (liter)	f.a.s	Kadar Semen (kg/m ³)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	
				7 hari	28 hari
1	Blanko	0,55	350	175	270
2	0,2	0,50	350	255	343
3	0,6	0,46	350	325	410

Dari Tabel A.5 diatas, ditemukan bahwa dengan menggunakan dosis yang berbeda dari *superplasticizer*, kekuatan yang lebih baik dapat dicapai dengan mengurangi rasio air semen.

Tabel A.6 - Pengaruh penggunaan bahan tambah *HRWR* terhadap penghematan semen

No.	Dosis / 50 kg semen (liter)	Penghematan semen (%)	Kadar semen (kg/m ³)	Kuat tekan (kg/cm ²)				
				3 Hari	7 Hari	28 Hari	1 tahun	3 tahun
1	Blanko	-	400	125	175	285	310	325
2	0,2	8.5%	366	130	185	293	321	340
3	0,6	14%	344	130	195	310	325	340
4	1,0	20%	320	145	203	315	326	345

Pada Tabel A.6 di atas ditunjukkan bahwa penghematan semen hingga 20% dapat dicapai dengan dosis bahan tambah yang berbeda pada faktor air semen (f.a.s 0,55) dan kinerja kelecakan (*slump* 80 mm – 90 mm) yang konstan.

Lampiran B
(informatif)
Jenis bahan tambah kimia untuk penggunaan lain

B.1 Bahan tambah *water proofing* dan *damp-proofing*

Water proofing didefinisikan sebagai "Perawatan permukaan atau struktur untuk mencegah keluarnya air" sehingga bahan tambah *water proofing / damp-proofing* dapat digunakan untuk pencegahan penetrasi air pada beton kering atau penghentian mengalirnya air melalui beton dalam kondisi jenuh air.

B.1.1 Area aplikasi

Bahan ini biasanya digunakan untuk mengurangi permeabilitas dalam beton, untuk mengurangi rembesan dan resapan air. Penggunaannya dianjurkan pada dinding, atap dan bagian terbuka di mana kemungkinan masuknya air cukup tinggi. Bahan ini berguna dalam lapisan dinding untuk melindungi dari kontak langsung dengan tanah, misalnya pada *basement*, dinding penahan tanah, dan bagian lain yang harus dicegah dari kelembapan akibat tembusnya air.

B.2 Bahan tambah penghambat korosi

Faktor utama yang dapat mengurangi ketahanan terhadap korosi pada baja adalah adanya klorida dalam beton. Klorida dapat berasal dari keadaan seperti paparan garam atau air payau, tanah yang mengandung garam, atau penggunaan kalsium klorida di dalam campuran. Korosi akan sulit dikendalikan begitu prosesnya telah dimulai. Korosi tulangan adalah reaksi elektro-kimia. Efek korosif dari klorida dapat diamati dengan mengukur besarnya nilai elektro-potensial pada struktur.

Inhibitor korosi digunakan untuk mencegah atau menunda korosi logam dari lingkungan korosif. Inhibitor (penghambat) korosi secara umum diklasifikasikan dalam inhibitor anodik, katodik atau gabungan sesuai dengan fungsinya. Inhibitor anodik akan mengurangi laju reaksi korosi pada anoda. Anoda akan bereaksi dengan produk korosi untuk membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam. Inhibitor katodik bekerja dengan mencegah reaksi pada katoda.

B.2.1 Area aplikasi

Aplikasi dilakukan dengan melapisi/menutup pori-pori pada matriks semen dan memperlambat laju klorida dan kelembaban yang dapat masuk ke beton, sehingga dengan demikian akan memperlambat laju korosi. Penggunaan pada umumnya diterapkan pada beton yang berpotensi terkena serangan korosi dari luar, beton dalam kondisi tingkat korosifitas tinggi.

B.3 Bahan tambah penghasil ekspansi

Bahan tambah ini akan bereaksi selama periode hidrasi beton atau bereaksi dengan konstituen lain dari beton yang akan menghasilkan ekspansi untuk meminimalkan efek buruk dari proses penyusutan kering (*drying shrinkage*).

B.3.1 Area aplikasi

Bahan ini digunakan untuk meminimalkan efek buruk dari penyusutan kering selama periode hidrasi beton. Misalnya pada penambalan lubang bekas pengambilan beton inti atau perbaikan *patching*.

B.4 Bahan penambah ikatan (*bonding agent*)

Bahan tambah ini diformulasikan khusus untuk digunakan dalam campuran semen portland untuk meningkatkan sifat ikatan antar partikel penyusun beton. Pada umumnya bahan terdiri dari emulsi polimer organik yang umumnya dikenal sebagai lateks.

Setelah proses pengeringan atau *setting*, partikel-partikel polimer akan membentuk sebuah lapisan, mengikuti partikel semen dan agregat, sehingga dengan demikian akan meningkatkan ikatan. Polimer juga dapat mengisi *microvoids* dan bertindak sebagai jembatan pada *microcracks* yang berkembang selama penyusutan terkait dengan proses *curing*. Aksi ikatan sekundernya akan mempertahankan kekuatan potensial yang biasanya hilang akibat retak kecil yang terjadi.

Kekuatan dan keawetan yang lebih tinggi yang dihasilkan berhubungan dengan rasio air semen yang rendah pada campuran yang menggunakan lateks. Partikel-partikel polimer bertindak sebagai pengganti air, sehingga lebih membuat beton lebih encer dibandingkan campuran tanpa lateks, dengan rasio air semen yang sama.

Kuat tekan graut, mortar, dan beton dengan perawatan lembab yang dibuat dengan bahan-bahan ini dapat lebih besar atau lebih kecil dengan kadar semen yang sama. Namun, peningkatan pada kekuatan tarik, dan kekuatan lentur akan jauh lebih besar daripada kemungkinan kerugian akibat sedikit penurunan kuat tekan. Beton lateks yang dimodifikasi biasanya akan memiliki ketahanan abrasi yang lebih baik, lebih tahan terhadap pembekuan dan pencairan, dan mengurangi permeabilitas.

B.4.1 Area aplikasi

Penggunaan pada umumnya untuk meningkatkan sifat ikatan campuran semen dengan bahan lainnya sehingga berguna untuk menggabungkan permukaan beton lama ke beton baru. Biasanya kegiatan yang menggunakan bahan ini adalah kegiatan perbaikan/penambalan gompal pada beton atau sambungan pengecoran pada pekerjaan beton yang dilakukan secara bertahap. Namun perlu diperhatikan bahwa permukaan beton lama harus cukup bersih dan bebas dari lemak serta partikel pengganggu yang akan mengurangi ikatan. Penggunaan bahan ini dengan permukaan yang tidak disiapkan dengan baik akan menghasilkan ikatan yang buruk.

Bibliografi

Al Gurg Fosroc LLC, *Chloride free accelerating admixture*, retrieved from : <http://2.imimg.com>, 2014.

ACI Committee 212, 1991, *Chemical Admixtures for Concrete*, ACI 212.3R-91, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.

Designs and Standards Organisation (RDSO), 1993, *Guidelines on use of admixture in concrete*, Report No.RBF/BMC/22, Feb.1993, issued by Researchs, Ministry of Railways of India.

Kosmatka, Steven H.; Kerkhoff, Beatrix; and Panarese, William C.; 2003, *Design and Control of Concrete Mixtures*, EB001, 14th Edition, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, USA.

United States Department of Transportation - Federal Highway Administration, "*Admixtures*", (2011) Retrived from : <http://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/materialsgrp/admixture.html>

What is the difference between additives and admixture (2014), Retrieved from : [http://www.answers.com/Q/What is the difference between additives and admixtures](http://www.answers.com/Q/What_is_the_difference_between_additives_and_admixtures)

Daftar nama dan lembaga

1. Pemrakarsa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2. Penyusun

Nama	Lembaga
Rulli Ranastra, ST, MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 23 April 2015

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. BASUKI HADIMULJONO