

PENENTUAN KOMPOSISI OPTIMUM BETON MARINE BERBASIS KONSEP REABILITAS

Armin Naibaho

Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang
ar_naibaho@yahoo.co.id

Abstract

The terminology 'marine concrete' reserved for concrete material to structures in the marine area extreme condition. Many civil engineering building in the suburban sea area, for example dock and retaining scouring waves wall. Be expected of this fly ash utilization of waste can answer market (construction world) request to readymix concrete request with price which more economical but with quality which stay awake. This observation purpose to: (1) determining the optimum composition to concrete in the moring area (with extreme condition) with involves these aspects as "high performance concrete " that is : high strength, high fracture resistance, low permeability, shrinkage controlled creep,(2). Study of interface zone condition with involves aspects of cohesion to determine Mode I Fracture Resistance.

Based on the results of analysis and discussion, so we have: (1). Show that the used of the number fly ash 10% will produce the greatest compressive strength-characteristik $f'_c = 58,56$ MPa, whereas without the used of fly ash (0 %) obtained $f'_c = 56,44$ MPa, (2). Calculation of probability and reability obtained values: to tested specimen which do not use fly ash (0%; Reliability is $\leftrightarrow R = 1 - P = 1 - 0,72 = 0,28$ and the addition of 10% fly ash, obtained Reliability is $\leftrightarrow R = 1 - P = 1 - 0,70 = 0,30$.

Suggested the need for the selection of quality materials, procedures In the implementation and maintenance of the test specimen after casted suggested thats need tight control to produce compressive strength field in maximum.

Keywords : *marine concrete, fly ash, compressive strength, mixture variatio, probability and reability.*

Pendahuluan

Terminologi 'beton marine (BM)' diperuntukkan bagi material beton untuk struktur-struktur di daerah marine dengan kondisi ekstrem. Banyak bangunan teknik sipil di daerah pinggiran laut, misalnya dermaga dan dinding penahan gerusan gelombang air laut. Diharapkan pemanfaatan limbah *fly ash* ini akan dapat menjawab permintaan "pasar" (dunia konstruksi) untuk permintaan beton *readymix* dengan harga yang lebih ekonomis tetapi dengan kualitas yang tetap terjaga.

Tingkat durabilitas material beban tidak terlepas dari sifat-sifat mekanisnya antara lain : Kekuatan (kuat tekan, kuat tarik, dll), Kekakuan (modulus elastisitas), maupun ketegaran (ketahanan terhadap fraktur/*fracture resistance*). Ketiga aspek ini bertitik tolak pada interaksi antara dua komponen utama yaitu; aggregate dan matriks melalui *interface zone*.

Beberapa rujukan penelitian sebelumnya tentang campuran semen dan *fly ash* pada beton.

Penelitian Terdahulu

Penelitian dari Armin Naibaho,dkk (2011)

Topik; "Penggunaan *Fly Ash* sebagai pengganti semen untuk Beton Marine ditinjau dari kuat tekan

beton". Diperoleh kesimpulan:). Dibandingkan terhadap kuat tekan rata-rata tanpa menggunakan *fly ash* (62,02 MPa); 6,16 % meningkat besar kuat tekan rata-rata pada penambahan 10 % *fly ash* (65,84 MPa), tetapi pada 20 % ada penurunan 9,13 % (56,36 MPa) dan pada 25 % penurunan kuat tekan rata-rata menjadi 22,49 % (48,07 MPa).

Penelitian dari Sugiharti (2010)

Topik; "Optimasi Campuran Semen dan Abu Terbang (*Fly Ash*) pada Beton Mutu Tinggi ". Diperoleh kesimpulan : Jumlah *fly ash* optimum yang dicapai dari beberapa mutu beton pada umur 28 hari yaitu 30,71 % ; 15,86 % ; 9,23 % dari berat semen pada mutu beton berturut-turut sebesar: $f'_c = 45$ Mpa, $f'_c = 50$ Mpa, $f'_c = 55$ Mpa..

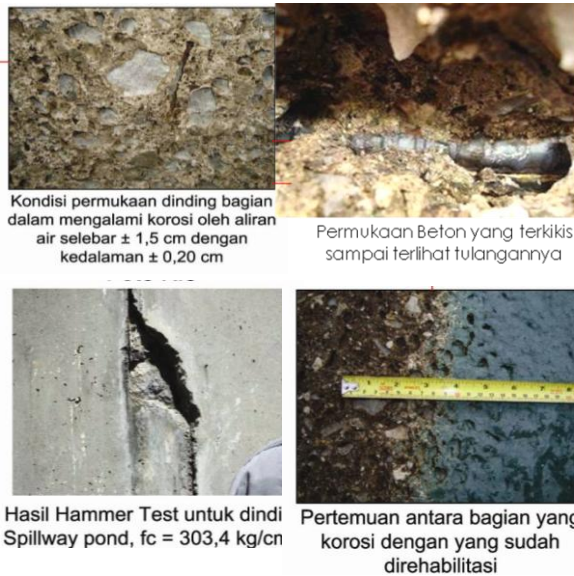
Penelitian dari Mehta Keemar P. (1992)

Topik; "Influence of Water Quality on the Strength of Plain and Blended Cement Concretes in Marine Environments". Dalam penelitian ini menggunakan substitusi abu terbang (jumlah *fly ash*) = 0 % ; 10 % ; 20 % dan 30 m% dari berat semen, dengan menggunakan semen beberapa tipe yaitu tipe I, II, V dan jenis *fly ash* tipe F. Dimana agregat halus dan

agregat kasar serta faktor air semen/fas merupakan variabel tetap.

**Tinjauan Pustaka
Beton Marine (BM)**

Terminologi 'beton marine (BM)' diperuntukkan bagi material beton untuk struktur-struktur di daerah marine dengan kondisi ekstrem, misalnya di daerah-daerah tepi laut. Struktur beton bertulang di daerah ini rentan terhadap kerusakan khususnya secara kimiawi akibat unsur-unsur kimia baik dari air lautnya maupun dari udaranya sendiri seperti **Gambar 1**.



Gambar 1. Kerusakan struktur

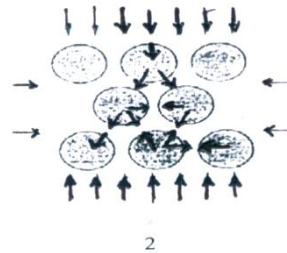
Sesuai dengan fungsinya, BM merupakan material yang memenuhi kriteria beton kinerja tinggi (BKT) yaitu selain kuat secara struktural juga tahan terhadap serangan-serangan secara kimiawi, serta tahan terhadap dampak peristiwa-peristiwa fisika. Sebagai dasar penelitian kelayakan terhadap sebuah struktur, BKT didefinisikan sebagai material beton yang memenuhi kriteria berikut (Shah dan Achmad, 1994);

1. Karakteristik kekuatan;
 - Umur 4 hari, $f'_c \geq 2500 \text{ psi} \Rightarrow (17,5 \text{ MPa})$
 - Umur 24 hari, $f'_c \geq 5000 \text{ psi} \Rightarrow (35 \text{ MPa})$
 - Umur 28 hari, $f'_c \geq 10000 \text{ psi} \Rightarrow (70 \text{ MPa})$
2. Memiliki faktor durabilitas > 80 % sesudah 300 siklus (*freezing and thawing*)
3. Memiliki faktor air semen $\leq 0,35$

**Beton Kinerja Tinggi (BKT)
Interface Zone**

Interface zone antara agregat dengan matriks merupakan daerah yang sangat rentan, pada daerah mana kerusakan beton diawali. Sebagian besar sifat beton pada dasarnya berpangkal pada zone ini. Ketakhomogenan diamati dalam kaitan dengan sifat mekanis berbeda antar agregat, pasta semen yang

mengeras dan melekatkan serta hubungan antar bahan tersebut. Kekuatan, yang menciptakan keseimbangan tekanan internal dalam kaitan dengan beban-tekan diuraikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Model untuk transfer tegangan pada material beton.

Propertis

a. Kuat Tekan

Kuat tekan, sampai saat ini masih merupakan parameter yang digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan atau mutu material beton. Selain menunjukkan 'beban hancur' pada 'compressive failure', juga secara empiris menyajikan hubungan untuk memperoleh kuat tarik, kuat geser, kuat lentur dan modulus elastis. Kuat tekan juga berperan sebagai tolak ukur ketahanan material di lingkungan ekstrem misalnya terhadap korosi/feit dan abrasi/fert.

b. Kuat Tarik

Kuat tarik material merupakan sebuah parameter yang menentukan ketahanan terhadap retak, lentur dan geser sekaligus fatigue endurance. Kehadiran retak awal misalnya rongga, pori dalam jumlah yang relatif banyak pada beton ordinary < $f'_c (= 20 - 30 \text{ MPa})$ pada umur 28 hari; kuat tarik, lentur dan geser hanyalah mampu berkisar antara 1%, 15% dan 20% dari nilai f'_c .

Pemilihan Material untuk Beton Marine

a. Pertimbangan Dasar

Material bagi struktur di lingkungan marine secara fundamental haruslah memenuhi kriteria BKT, dengan perhatian khusus pada aspek durabilitas. Persyaratan material yang berkaitan dengan BKT untuk struktur di lingkungan ekstrem secara "fundamental haruslah difokuskan pada 'permeabilitas' beton sebagai parameter durabilitas jangka panjang. Jelasnya, tiga aspek berikut ini harus diperhatikan secara penuh untuk membuat sebuah konstruksi beton bagi struktur-struktur seperti ini, yaitu:

- Pemilihan material dan penyusunan komposisi
- Pelaksanaan di lapangan termasuk *curing* dan *maintenance*
- Tindakan pencegahan terhadap kemungkinan pelepasan dari *pre-existing micro crack*.

b. Pemilihan Material

Pada dasarnya, campuran beton terdiri atas empat komponen utama; Semen, air, agregat halus pasir dan

agregat kasar. Namun perkembangan teknologi material pada era belakangan ini menghasilkan komponen ke-lima sebagai unsur tambahan (*admixtures*) yang secara ekonomi mampu menekan biaya dari produk akhir sekaligus mempengaruhi perilakunya dalam masa layan. Komposisi beton untuk struktur marine menyediakan tiga opsi untuk pasta semen (sebagai binder) dimana *admixture* berperan mensubstitusi semen secara parsial, yaitu:

- *Portland cement* saja
- *Portland cement* ditambah *fly ash* atau *blast furnace* dengan perbandingan volume 75 : 25
- *Portland cement* ditambah *fly ash* atau *blast furnace* dan *fusue* dengan perbandingan volume 75 : 15 : 10

c. *Portland Cement*

ASTM C-150 (*Standard Specification for Portland Cement*) mendiskripsikan delapan type semen Portland, empat diantaranya merupakan tipe yang umum digunakan pada berbagai jenis struktur beton dengan spesifikasi masing-masing tetapi tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Reabilitas Sebagai Dasar Optimasi

Sebagaimana diketahui, parameter-parameter atas dasar mana sebuah struktur direncanakan merupakan besaran-besaran yang bersifat random misalnya : properti material, kecepatan angin, intensitas gempa, curah hujan, intensitas lalu-lintas, dsb. Itulah sebabnya, observasi secara eksperimental diperlukan untuk memutuskan data yang 'realible' untuk digunakan pada sebuah disain struktur. Karenanya, merupakan sebuah permasalahan bagi seorang disainer/perencanaan untuk mengambil keputusan berdasarkan data-data hasil observasi. Apabila derajat dari variabilitas ini relatif kecil, dan tidak signifikan secara praktek, maka variasi-variasi ini dapat diabaikan dan cukup dengan menggunakan nilai rata-rata. Tetapi apabila perbedaan nilai data-data observasi cukup berarti, maka seorang disainer bisa memutuskan untuk mengambil nilai dengan estimasi yang konservatif. Sebagai nilai rata-rata, walaupun harus diakui bahwa keputusan ini tidak menjamin menghasilkan sebuah struktur yang ekonomis.

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium bahan bangunan/beton dan Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri – Malang.

Bahan Penelitian

1. Semen Portland type I, dengan merek dagang "Semen Gresik".
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam, yang berasal dari kali Brantas- Kota Malang.
3. Agregat kasar kerikil yang dibeli dari Pandaan Kabupaten Pasuruan.

4. Air yang digunakan adalah air yang ada di laboratorium bahan bangunan dan beton Politeknik Negeri-Malang.
5. Fly ash dibeli dari Paiton Kabupaten Situbondo.

Peralatan Penelitian

1. Satu set ayakan standar ASTM
2. Timbangan sentisimal kekuatan 150 kg
3. Oven memmert kapasitas 240⁰ C.
4. Satu unit mesin pencampur adukan beton
5. Satu set alat menentukan slump (*Kerucut Abrams*)
6. Alat penggetar (*Vibrator*)
7. Cetakan silinder beton normal : ϕ 15cm, h = 30cm
8. Mesin uji tekan, kapasitas 500 kN.
9. Sendok Semen
10. Alat ukur regangan (*Extensometer*).

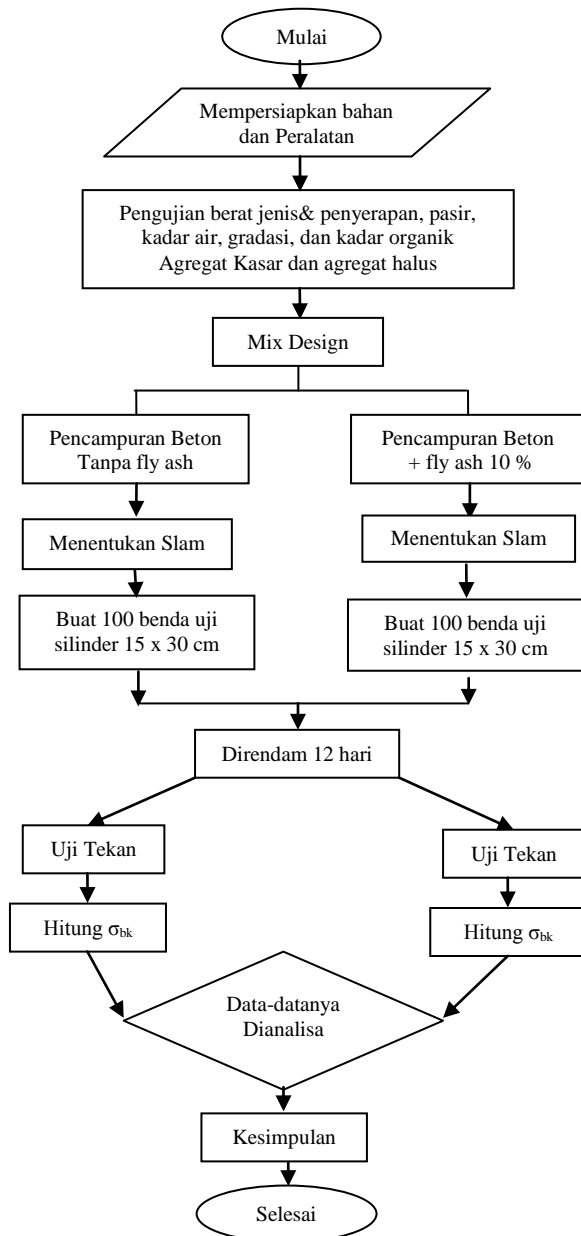
Bahan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Agregat halus dan agregat kasar diusahakan dalam kondisi yang mendekati keadaan sebenarnya di lapangan, sehingga tidak dicuci tetapi dijaga dari kotoran organik, lumpur dan sampah. Pengujian terhadap agregat meliputi analisis ayakan (gradasi), berat jenis dan penyerapan (absorpsi).

Proses Perencanaan Campuran dengan ACI

Perancangan Campuran Beton Menurut ACI (*American Concrete Institute*) : ACI 211.1-21 \Rightarrow 211.1-23. *The American Concrete Institute (ACI)* ; menyarankan suatu cara perancangan campuran yang memperlihatkan nilai ekonomis, bahan yang tersedia, kemudahan mengerjakan (*workability*), keawetan serta kekuatan yang diinginkan. Cara ACI ini melihat kenyataan bahwa pada ukuran maksimum agregat tertentu, jumlah air per meter kubik adukan menentukan tingkat konsistensi/kekentalan (*slump*) adukan beton.

Diagram Alir Penelitian.



Gambar 3. Diagram Alir Pengujian

Rancangan Percobaan Penelitian

Rancangan percobaan dengan benda uji, berupa Silinder dimana Agregat dari Kerikil dan dengan rancangan pengujian seperti Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Percobaan Penelitian

Rancangan - Penelitian		
Jenis Mix - Design	tanpa Fly ash	Fly ash 10 %
Jumlah = ... Silinder	100	100

Benda uji berupa Silinder dengan ukuran seperti yang telah dirancang di atas direndam selama 12 hari untuk masing-masing benda uji.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton didefinisikan sebagai tegangan tekan maksimum yang dapat ditahan oleh bahan beton akibat beban luar. Secara praktis kuat tekan beton dipengaruhi oleh perbandingan bahan ikat, agregat halus, umur, perawatan, suhu, dan besar beton.

Syarat ASTM C-469, merekomendasikan perhitungan besar tegangan karakteristik beton (f_c') dengan langkah perhitungan sebagai berikut:

a. Kuat Tekan Beton

$$f_c = \frac{P}{A}$$

b. Kuat Tekan Rata-rata (f_{cr});

$$f_{cr} = \sum_{i=1}^n f_{ci} \div n$$

c. Kuat Tekan Karakteristik (f_c')

$$f_c' = f_{cr} - (1,64 \times s)$$

d. Dengan nilai

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$$

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Pengujian Agregat Kasar (Kerikil)

Dalam pengujian kerikil, diperoleh hasil diantaranya berat jenis, berat isi, kadar air, dan modulus kehalusan sebagaimana tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Berat Jenis Agregat Kasar

Hasil uji	Rerata
Berat jenis bulk	2.42
Berat jenis jpk (SSD)	2.45
Berat jenis app	2.53
Abs	1.02

Tabel 3. Hasil Uji Berat Isi Padat Agregat Kasar

Berat Isi Padat		
Benda Uji	I	II
Berat Isi Agregat (gram/cm ³)	1.64	1.66
Rerata (gram/cm ³)	1.65	

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air Agregat Kasar

Benda Uji	I	II
Kadar Air Agregat (%)	2.04	2.08
Rerata (%)	2.06	

Tabel 5. Hasil Gradasi Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Lls. Saringan Ideal (%)	Tertahan (%)
19	100	0
12.5	95	5
9.5	60	35
4.75	35	25
2.36	25	15
Modulus Kehalusan	3.15	

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Hasil Uji	Rerata
Berat jenis bulk	2.51
Berat jenis jpk (SSD)	2.57
Berat jenis app	2.66
ABS	2.38

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Benda Uji	I	II
Berat Isi Agregat (gram/ml)	1.69	1.62
Rerata (gram/ml)	1.655	

Tabel 8. Hasil Kadar Air Agregat Halus

Benda Uji	I	II
Kadar Air Agregat	7,70	8,80
Rerata (%)	8,25	

Tabel 9. Hasil Saringan Agregat Halus

Lubang Saringan (mm)	Tertahan		% Kumulatif	
	Gram	%	Tertahan	Lolos
38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
19,20	0,00	0,00	0,00	100,00
9,60	39,90	1,04	1,04	98,96
4,80	152,70	4,00	5,04	94,96
2,40	403,10	10,55	15,59	84,41
1,20	1045,90	27,38	42,97	57,03
0,60	1343,10	35,16	78,12	21,88
0,30	549,70	14,39	92,51	7,49
0,15	240,40	6,29	98,80	1,20
(pan)	45,70	1,20	100,00	0,00
Jumlah	3820,50 100,00			
Angka Kehalusan	3,34			

Angka kehalusan = 3,34 diperoleh dari ;
Jumlah % komulatif tertinggal, kecuali van
 100

Tabel 10. Bahan 105 Silinder dengan 0 % Fly Ash

Untuk 105 Silinder	Jenis Bahan				Perbandingan Semen : Pasir : Kerikil
	Air	Semen	Pasir	bt-pch	
Berat (Kg)	89,06	296,77	383,35	584,37	1 : 1,292 : 1,969
Menggunakan admixture = 0,75% x berat semen = 2,225 kg					

Tabel 11. Bahan 105 Silinder dengan 10 % Fly Ash

Untuk 105 Silinder	Jenis Bahan				Perbandingan S+flyash : Pasir : Kerikil
	Air	Semen	Fly ash	Pasir	
Berat (Kg)	89,06	267,091	29,677	383,35	1:1,292:1,969
Menggunakan admixture = 0,75% x berat semen = 1,1159 kg					

Tabel 12. Kuat Tekan Beton Rata-rata sesuai Penambahan Fly Ash

No	Fly Ash = 0 %		Fly Ash = 10 %	
	Beban (N*10 ³)	$f'_c =$ (MPa)	Beban (N*10 ³)	$f'_c =$ (MPa)
1	955	54,04	971	54,95
2	978	55,34	990	56,02
3	978	55,34	1000	56,59
4	990	56,02	1010	57,15
5	990	56,02	1015	57,44
6	995	56,31	1020	57,72
7	995	56,31	1030	58,29
8	1005	56,87	1035	58,57
9	1015	57,44	1040	58,85
10	1015	57,44	1045	59,13
11	1018	57,61	1050	59,42
12	1018	57,61	1060	59,98
13	1020	57,72	1065	60,27
14	1020	57,72	1070	60,55
15	1025	58,00	1070	60,55
16	1030	58,29	1075	60,83
17	1035	58,57	1075	60,83
18	1035	58,57	1075	60,83
19	1035	58,57	1080	61,12
20	1035	58,57	1085	61,40
21	1040	58,85	1090	61,68
22	1040	58,85	1090	61,68
23	1040	58,85	1095	61,96
24	1040	58,85	1095	61,96
25	1045	59,13	1095	61,96
26	1050	59,42	1095	61,96
27	1050	59,42	1095	61,96
28	1055	59,70	1100	62,25
29	1060	59,98	1100	62,25
30	1065	60,27	1100	62,25
31	1065	60,27	1105	62,53
32	1070	60,55	1110	62,81
33	1070	60,55	1110	62,81
34	1070	60,55	1110	62,81
35	1075	60,83	1110	62,81
36	1075	60,83	1110	62,81
37	1075	60,83	1110	62,81
38	1075	60,83	1112	62,93
39	1075	60,83	1112	62,93
40	1075	60,83	1113	62,98
41	1076	60,89	1120	63,38
42	1076	60,89	1120	63,38
43	1076	60,89	1120	63,38
44	1076	60,89	1120	63,38
45	1080	61,12	1120	63,38
46	1080	61,12	1120	63,38
47	1085	61,40	1122	63,49
48	1085	61,40	1122	63,49
49	1085	61,40	1122	63,49
50	1085	61,40	1124	63,61
51	1085	61,40	1124	63,61
52	1088	61,57	1124	63,61
53	1090	61,68	1124	63,61
54	1090	61,68	1124	63,61
55	1090	61,68	1125	63,66
56	1093	61,85	1130	63,94
57	1093	61,85	1130	63,94
58	1095	61,96	1135	64,23

59	1095	61,96	1135	64,23
60	1095	61,96	1135	64,23
61	1095	61,96	1135	64,23
62	1100	62,25	1135	64,23
63	1100	62,25	1136	64,28
64	1100	62,25	1137	64,34
65	1100	62,25	1137	64,34
66	1100	62,25	1140	64,51
67	1100	62,25	1140	64,51
68	1103	62,42	1140	64,51
69	1104	62,47	1142	64,62
70	1105	62,53	1142	64,62
71	1105	62,53	1150	65,08
72	1105	62,53	1150	65,08
73	1108	62,70	1150	65,08
74	1110	62,81	1150	65,08
75	1110	62,81	1155	65,36
76	1115	63,10	1155	65,36
77	1115	63,10	1160	65,64
78	1115	63,10	1160	65,64
79	1115	63,10	1160	65,64
80	1115	63,10	1160	65,64
81	1120	63,38	1170	66,21
82	1125	63,66	1170	66,21
83	1125	63,66	1171	66,27
84	1130	63,94	1171	66,27
85	1130	63,94	1175	66,49
86	1135	64,23	1175	66,49
87	1135	64,23	1180	66,77
88	1140	64,51	1180	66,77
89	1140	64,51	1180	66,77
90	1140	64,51	1180	66,77
91	1145	64,79	1185	67,06
92	1145	64,79	1185	67,06
93	1150	65,08	1190	67,34
94	1160	65,64	1190	67,34
95	1160	65,64	1200	67,91
96	1165	65,93	1200	67,91
97	1165	65,93	1205	68,19
98	1170	66,21	1215	68,75
99	1180	66,77	1220	69,04
100	1208	68,36	1255	71,02

$$f'_{c-ratarata} = 61,23 \quad f'_{c-ratarata} = 63,521$$

Besar Kuat Tekan Karakteristik Beton (f_c')

Dari **Tabel 12** diperoleh: kuat tekan rata-rata untuk campuran tanpa *fly ash* = 61,230 MPa dan dengan adanya tambahan 10 % *fly ash* = 63,461 MPa.

Kuat Tekan Karakteristik (f_c'); dengan rumus:

- Tanpa *fly ash* = $61,230 - (1,64 \times 3,1533) = 56,43$ Mpa.
- *Fly ash* 10% = $63,46 - (1,64 \times 2,9904) = 58,56$ Mpa.

Menghitung Probabilitas dan Reabilitas

Dengan hasil uji kuat tekan dihitung frekwensi kuat tekan dengan interval tertentu yang dikelompokkan menjadi 10 kelompok seperti **Tabel 13**.

Tabel 13. Frekwensi Kuat Tekan Beton Tanpa Penambahan *Fly Ash* (0%)

No	Interval Beban (kN)	Frek. B. Uji	Frek. Relative	Kumulatif relative
1	950 - 975	1	0,0100	0,0100
2	976- 1001	6	0,0600	0,0700
3	1002 - 1027	8	0,0800	0,1500
4	1028 - 1053	12	0,1200	0,2700
5	1054 - 1079	17	0,1700	0,4400
6	1080 -1105	28	0,2800	0,7200
7	1106 - 1131	13	0,1300	0,8500
8	1132 - 1157	8	0,0800	0,9300
9	1158 - 1183	6	0,0600	0,9900
10	1184 - 1209	1	0,0100	1,0000
Jumlah =		100	1,0000	

Berdasarkan uji distribusi menggunakan statistik diperoleh lihat nilai pada tabel χ^2 untuk derajat kebebasan $\leftrightarrow k - 3 = 7$;
 $= 14,10$; \leftrightarrow berarti $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{Tabel}$
atau 10,548 < 14,10

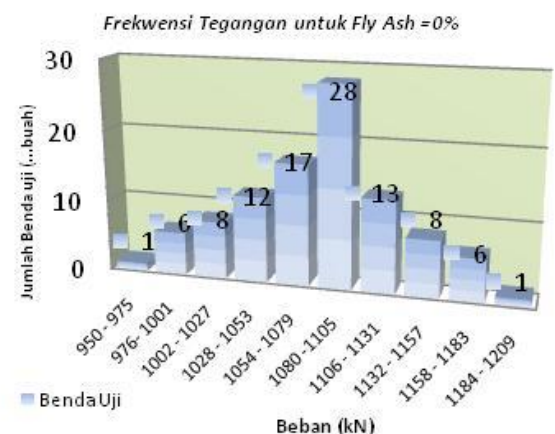
Kesimpulan: Sampel tersebut berasal dari Populasi yang terdistribusi normal.

Berdasarkan uji distribusi populasi di atas, distribusi ini merupakan distribusi normal yang sering dinamakan distribusi Gauss (*Gaussian Distribution*). Dengan menggunakan **Tabel 13**, probabilitas (kemungkinan) dari distribusi normal dapat ditulis sebagai berikut:

$$P(1080kN < X \leq 1105kN) = \Rightarrow \text{relatif frekuensi} \\ \rightarrow \text{kemungkinan untuk } 1080kN - 1105kN$$

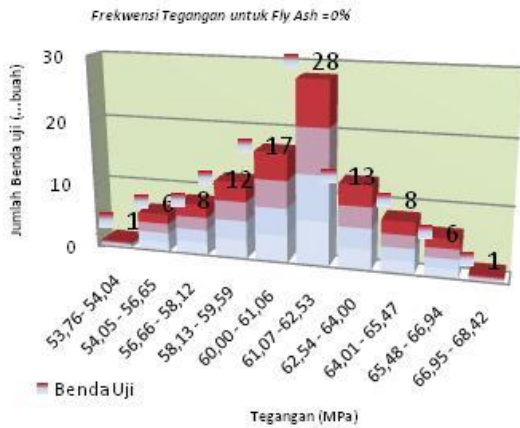
artinya; $P(1080kN < X \leq 1105kN) = 0,280$
 selanjutnya diperoleh : $P(1105kN) = 0,720$

Reliabilitas adalah $\leftrightarrow R_{1105kN} = 1 - P = 1 - 0,720 = 0,280$



Gambar 4. Histogram untuk Kuat Tekan 100 Benda uji Tanpa *Fly ash* (0%)

Gambar 4 di atas menunjukkan frekwensi terbesar (maksimum) sebanyak 28 silinder mampu menerima beban antara (1080 – 1105) kN.



Gambar 5. Histogram Tegangan untuk 100 Benda uji Tanpa Fly ash (0%)

Tabel 14. Frekuensi Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Fly Ash (= 10%)

No	Interval Beban (kN)	Frek. B. Uji	Frek. Relative	Kumulatif relative
1	970 - 998	2	0,0200	0,0200
2	999 - 1027	4	0,0400	0,0600
3	1028 - 1056	5	0,0500	0,1100
4	1057 - 1085	9	0,0900	0,2000
5	1086 - 1114	20	0,2000	0,4000
6	1115 - 1143	30	0,3000	0,7000
7	1144 - 1172	14	0,1400	0,8400
8	1173 - 1201	12	0,1200	0,9600
9	1202 - 1230	3	0,0300	0,9900
10	1231 - 1259	1	0,0100	1,0000
Jumlah =		100	1,0000	

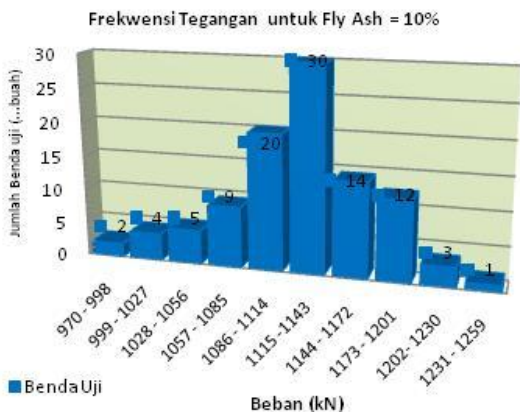
Dengan menggunakan tabel 4.13, probabilitas (kemungkinan) dari distribusi normal dapat ditulis sebagai berikut:

$$P(1115 < X \leq 1143) = \Rightarrow \text{relatif frekuensi} \\ \rightarrow \text{kemungkinan untuk } 1115\text{kN} - 1143\text{kN}$$

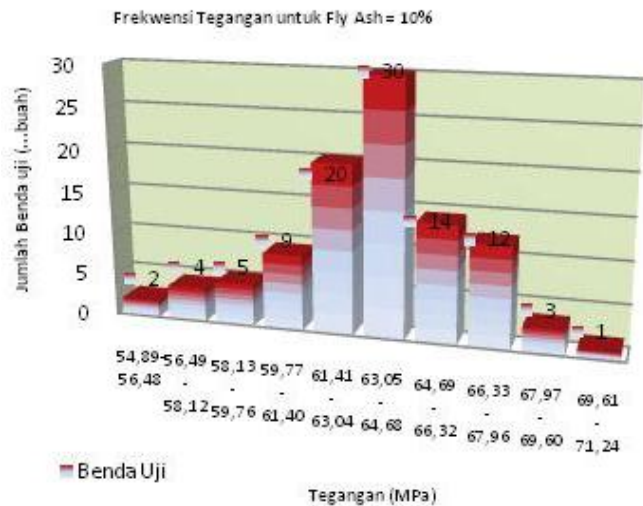
artinya; $P(1115\text{kN} < X \leq 1143\text{kN}) = 0,300$ selanjutnya diperoleh :

$$P(1143\text{kN}) = 0,700 \text{ (Cumulatif frekwensi)}$$

Reabilitas adalah $\leftrightarrow R = 1 - P = 1 - 0,700 = 0,300$



Gambar 6. Histogram untuk Kuat Tekan 100 Benda uji Dengan Fly ash (10%)



Gambar 7. Histogram Tegangan untuk 100 Benda uji Dengan Fly ash (10%)

Perhitungan nilai probabilitas dan reliabilita diperoleh nilai: untuk benda uji yang tidak menggunakan fly ash (0%) ; Reliabilitas adalah $\leftrightarrow R = 1 - P = 1 - 0,710 = 0,290$ dan pada penambahan 10% fly ash, diperoleh Reliabilitas adalah $\leftrightarrow R = 1 - P = 1 - 0,700 = 0,300$. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besaran (nilai) reliabilitas ini tergolong kecil kurang validan data penelitian ini antara lain; kualitas bahan yang kurang baik, pelaksanaan dan persiapan material yang kurang sempurna, jumlah benda uji yang masih relative sedikit (untuk konsep reliabilita ini sebaiknya benda uji minimal 400 buah, agar diperoleh nilai yang lebih teliti), juga proses pengujian di laboratorium yang belum sempurna.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang Penentuan Komposisi Optimum Beton Marine berbasis konsep Reabilitas sebagai berikut :

1. Menunjukkan bahwa penggunaan jumlah fly ash 10% akan menghasilkan kuat tekan karakteristik yang paling besar $f'_c = 58,56$ MPa, sedangkan tanpa penggunaan fly ash (0%) diperoleh besar $f'_c = 56,44$ MPa,
2. Perhitungan nilai probabilitas dan reabilitas diperoleh nilai: untuk benda uji yang tidak menggunakan fly ash (0%) ; Reabilitas adalah $\leftrightarrow R = 1 - P = 1 - 0,710 = 0,290$ dan pada penambahan 10% fly ash, diperoleh Reabilitas adalah $\leftrightarrow R = 1 - P = 1 - 0,700 = 0,300$. Nilai Reabilitas ini tergolong kecil (0,290 dan 0,300) Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besaran (nilai) reliabilitas ini tergolong kecil kurang validan data penelitian ini antara lain; kualitas bahan yang kurang baik, pelaksanaan dan

persiapan material yang kurang sempurna, jumlah benda uji yang masih relative sedikit (untuk konsep reliabilita ini sebaiknya benda uji minimal 400 buah, agar diperoleh nilai yang lebih teliti), juga proses pengujian di laboratorium yang belum sempurna.

Daftar Pustaka

- American Concrete Institute. 1996. *ACI Manual of Concrete Practice (Materials and General Properties of Concrete)- Part.1*, Editorial Production : Victoria A.Lunick.
- Aitcin,P.-C.1998. "High Performance Concrete", E&FN SPON
- Armin N,dkk .2011. Penelitian: *Penggunaan Fly Ash sebagai pengganti semen untuk Beton Marine ditinjau dari kuat tekan beton*. Malang.
- ASTM C 1018 –94b.1996. *Annual Book of ASTM Standards* , Vol.04.02, "Concrete and Aggregates" - Printed in Easton, MD, USA.
- Brand,A.M.1995. "Cement-Based Composites", *Materials Mechanical Properties and Performance*, E&FN SPON
- Cao, H.T and Sirivivatnanon, V, 1999."An Engineered Model for Service Life of Marine Cobcrete Structures", Proceedings Int.Conf.on Durability of Buildings Mats and Component , Vancouver-Canada
- Mehta Keemar,P 1992, "Concrete in Marine Environment", Elsevier Applied Science
- Mindes S. and Francis Young F. 1981. *Concrete* , Prentice-Hall,Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Paulus Nugraha. 1993. *Teknologi Beton dengan Antisipasi Terhadap Pedoman Beton 1989*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Paulus Nugraha dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit Andi, Surabaya.
- Reda Taha M.M.& Shrive N.G. 2001. *Fracture of Civil Engineering Materials ENCI 617*, Fracture of Concrete- Lecture Notes.
- SK. SNI. T – 15 – 1990 – 03. 1990. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Departeman Pekerjaan Umum, Bandung.
- SK. SNI. 15 – 2049 – 1994. 1994. *Semen Portland*, Departeman Pekerjaan Umum, Bandung.
- Sugiharti .2010. Tesis: *Optimasi Campuran Semen dan Abu Terbang (Fly Ash) pada Beton Mutu Tinggi*. Malang.
- Tri Mulyono. 2003. *Teknologi Beton*, ANDI, Yogyakarta.
- Wuryati S. dan Candra R. 2001. *Teknologi Beton*, Kanisius, Yogyakarta.