



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202050194, 17 November 2020.

Pencipta

Nama : **DWI DESHARIYANTO dan RB. AHMAD ALIF FIRMANI**
Alamat : JL. RAYA GAPURA I-22 RT.010 RW.003 PANGARANGAN KECAMATAN KOTA SUMENEP, KAB. SUMENEP, SUMENEP, JAWA TIMUR, 69412
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **UNIVERSITAS WIRARAJA**
Alamat : JL. Raya Sumenep-Pamekasan, KM. 5 Patean, Sumenep, Sumenep, JAWA TIMUR, 69451
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **Desain Campuran Beton Berbasis Spreadsheet Metode SNI 03-2834-2000**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 16 November 2020, di Sumenep
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan : 000218910

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001



DESAIN CAMPURAN

BETON

BERBASIS SPREADSHEET
METODE SNI 03-2834-2000

Dwi Deshariyanto

RB. Ahmad Alif F.

UNIVERSITAS WIRARAJA MADURA

Gedung Rektorat Lt. 2 Raya Sumenep – Pamekasan KM. 05 Sumenep
Wiraraja Press 2020

**DESAIN CAMPURAN
BETON
BERBASIS SPREADSHEET (Metode SNI 03-2834-2000)**

**Dwi Desharyanto
RB. Ahmad Alif Firmani**

**WIRARAJA PRESS
2020**

Desain Campuran Beton Berbasis Spreadsheet Metode SNI 03-2834-2000

Penyusun :
Dwi Deshariyanto
RB. Ahmad Alif F.

ISBN : 978 – 623 – 93078 – 3 – 7

Editor :
Norzainah
Hadi Sudarto

Sampul dan Tata letak
Fattuma

PENERBIT : WIRARAJA PRESS

Gedung Rektorat Lt 2 Jl. Raya Sumenep – Pamekasan KM. 05
Sumenep
Kotak Pos 69451
Telepon : (0328) 664 272
E-Mail : rektorat@wiraraja.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang – Undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa ijin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirabbil'aalamin,segala puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas berkah, rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku ini dengan baik dan lancar.

Mix Design Beton berbasis *Spreadsheet* merupakan bagian/komponen dari perhitungan campuran beton normal yang mudah dalam merencanakan dan dipelajari, perhitungan perencanaan campuran beton ini membahas tentang cara merencanakan campuran beton normal yang mudah, cepat, dan sesuai dengan standar.

Tulisan ini dilengkapi dengan tabel hasil desain campuran beton normal yang diharapkan dapat digunakan sebagai acuan oleh para mahasiswa teknik sipil dan praktisi teknis, dan juga masyarakat umum dalam merencanakan campuran beton normal.

Akhir kata kepada rekan-rekan yang terlibat dalam proses penyelesaian tulisan ini saya sampaikan banyak terimakasih.

Sumenep, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Desain Campuran Beton Berbasis Spreadsheet.....	1
1.2 Langkah-langkah Perhitungan Desain Campuran Beton Secara Manual Menurut SNI 03-2834-2000.....	2
BAB II PERHITUNGAN MANUAL DAN ROGRAM.....	7
2.1 Cara Perhitungan Secara Manual.....	7
2.2 Cara Perhitungan Secara Spreadsheet.....	23
2.3 Cara Penggunaan Program Spreadsheet.....	29
2.3 Batasan Program Desain Campuran Beton.....	37
2.4 Contoh Hasil Perhitungan Dan Perbandingan Hasil.....	37
BAB III PENUTUP.....	42
3.1 Kesimpulan.....	42
3.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data Pengujian Dan Perhitungan Analisa Saringan.....	13
Tabel 2.2	Data Pengujian Dan Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar.....	17
Tabel 2.3	Data Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Mix Design.....	20
Tabel 2.4	Campuran Bahan Benda Uji.....	27
Tabel 2.5	Faktor Pengali untuk Devisiasi Standar	29
Tabel 2.6	Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan Faktor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	29
Tabel 2.7	Persyaratan jumlah semen minimum dan factor air semen maksimum untuk berbagi Macam pembetonan dalam lingkungan khusus.....	31
Tabel 2.8	Perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	32
Tabel 2.9	Perbandingan Hasil Analisa Desain Campuran Beton	44
Tabel 2.10	Perbandingan Hasil Analisa Proporsi Campuran Beton Secara Manual.....	46
Tabel 2.11	Perbandingan Hasil Analisa Proporsi Campuran Beton Secara Spreadsheet.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Prosedur Desain Campuran Beton Secara Spreadsheet.....	12
Gambar 2.1	Hubungan Antara % Lolos Kumulatif Dan Nomor Ayakan...	14
Gambar 2.2	Batas Daerah Gradasi Pasir (Kasar) Zona 1.....	15
Gambar 2.3	Batas Daerah Gradasi Pasir (Sedang) Zona 2.....	15
Gambar 2.4	Batas Daerah Gradasi Pasir (Agak Halus) Zona 3.....	16
Gambar 2.5	Batas Daerah Gradasi Pasir (Halus) Zona 4.....	16
Gambar 2.6	Hubungan Antara % Lolos Kumulatif Dan Nomor Ayakan.....	18
Gambar 2.7	Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 10 mm.....	18
Gambar 2.8	Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 20 mm.....	19
Gambar 2.9	Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 40 mm.....	19
Gambar 2.10	Grafik Hasil Faktor Air Semen Bebas.....	23
Gambar 2.11	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjur- kan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm.....	25
Gambar 2.12	Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis Isi Beton.....	26
Gambar 2.13	Tampilan Sheet Mix Design Beton.....	30
Gambar 2.14	Tampilan Pengisian Data Hasil Percobaan Laboratorium.....	30
Gambar 2.15	Tampilan Input Tahap 1.....	36
Gambar 2.16	Tampilan Input Tahap 2.....	36
Gambar 2.17	Tampilan Contoh Hasil Analisa Input Agregat Halus.....	37
Gambar 2.18	Tampilan Contoh Hasil Analisa Input Agregat Kasar.....	38
Gambar 2.19	Tampilan Sheet Susunan Gradasi Agregat.....	38
Gambar 2.20	Tampilan Contoh Hasil Analisa Output Agregat Halus Zona 1	39
Gambar 2.21	Tampilan Contoh Hasil Analisa Output Agregat Halus Zona 2	39
Gambar 2.22	Tampilan Contoh Hasil Analisa Output Agregat Halus Zona 3	40
Gambar 2.23	Tampilan Contoh Hasil Analisa Output Agregat Halus Zona 4	40
Gambar 2.24	Tampilan Contoh Hasil Analisa Output Agregat Kasar 10 mm	41
Gambar 2.25	Tampilan Contoh Hasil Analisa Output Agregat Kasar 20 mm	41
Gambar 2.26	Tampilan Contoh Hasil Analisa Output Agregat Kasar 40 mm	42
Gambar 2.27	Tampilan Sheet Formulir Mix Design.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Desain campuran beton berbasis *spreadsheet*

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat kasar, halus dan pengikat semen. Beton sudah mengalami peningkatan dan perkembangan dari dulu hingga saat ini, saat ini beton sudah banyak digunakan di berbagai infrastruktur di Indonesia, beton juga memiliki kuat tekan yang tinggi hingga mampu menahan beban yang berat, sehingga banyak infrastruktur yang menggunakan beton sebagai struktur utama.

Desain campuran adalah suatu proses perencanaan perhitungan proporsi campuran material pembuat beton (SNI 03-2834-2000). Tujuan dari desain campuran adalah untuk membuat beton sesuai dengan mutu yang diinginkan. Setiap bangunan membutuhkan kuat tekan yang berbeda - beda oleh sebab itu rekayasa dalam pembuatan beton sangat bergantung dengan desain campuran yang akan direncanakan menggunakan perhitungan desain campuran yang dimana proses perhitungannya sangat memakan banyak waktu dan tidak semua orang bisa melakukannya, sehingga banyak sebuah kegagalan konstruksi pembedonan dilapangan tidak sesuai dengan jenis pembedonannya.

Spreadsheet adalah Lembar kerja dalam *Microsoft Excel* yang dimana di *software* atau aplikasi tersebut biasa dipergunakan untuk mengolah data, dan juga biasa digunakan dalam perhitungan *micro* maupun *macro*. Sebab itu program desain campuran beton ini digunakan dalam aplikasi *Microsoft Excel*. Karena selain mudah digunakan, juga tidak perlu perangkat tambahan dalam pemasangan aplikasi ini.

1.2 Langkah-langkah perhitungan desain campuran beton secara manual menurut SNI 03-2834-2000

Langkah-langkah pembuatan rencana campuran beton normal dilakukan sebagai berikut:

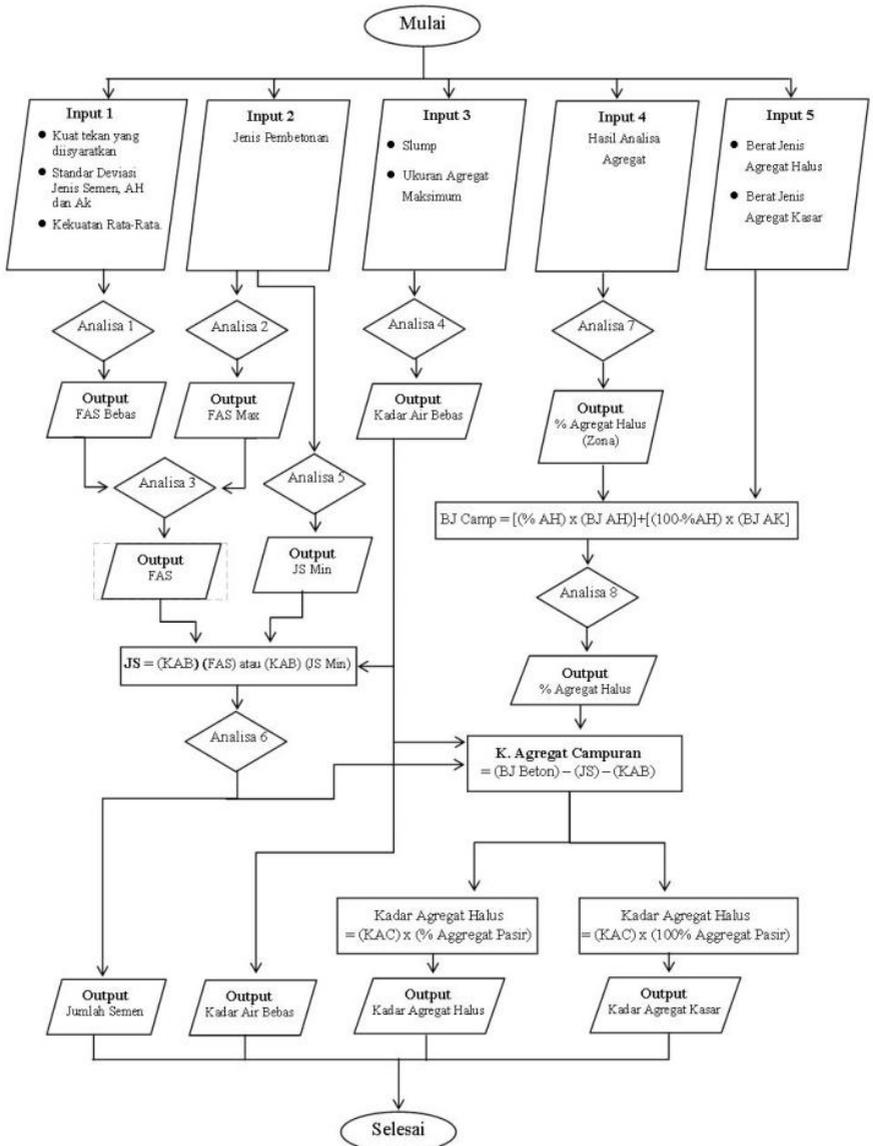
1. Ambil kuat tekan beton yang disyaratkan f_{Xc} pada umur tertentu;
2. Hitung deviasi standar menurut ketentuan butir 4.2.3.1 sesuai pada SNI 03-2834-2000;
3. Hitung nilai tambah menurut butir 4.2.3.1 2 sesuai pada SNI 03-2834-2000;
4. Hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan f_{Xcr} menurut butir 4.2.3.1 3 sesuai pada SNI 03-2834-2000;
5. Tetapkan jenis semen;
6. Tentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan;
7. Tentukan factor air semen menurut butir 4.2.3.2 sesuai pada SNI 03-2834-2000. Bila dipergunakan grafik 1 atau 2 ikuti langkah-langkah berikut :
 - 1) Tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 2 sesuai pada SNI 03-2834-2000, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai;
 - 2) Lihat Grafik 1 untuk benda uji berbentuk silinder atau grafik 2 untuk benda uji berbentuk kubus;
 - 3) Tarik garis tegak lurus ke atas melalui factor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas;
 - 4) Tarik garis lengkung melalui titik pada sub. Butir 3 secara proporsional;
 - 5) Tarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas;

- 6) Tarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan;
8. Tetapkan factor air semen maksimum menurut butir 4.2.3.2 3 sesuai pada SNI 03-2834-2000 (dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak). Jika nilai factor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah;
9. Tetapkan slump;
10. Tetapkan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan lihat butir 4.2.3.4 sesuai pada SNI 03-2834-2000;
11. Tentukan nilai kadar air bebas menurut butir 4.2.3.5 dari Tabel 3
12. Hitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen adalah kadar air bebas dibagi factor air semen;
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan;
14. Tentukan jumlah semen semimum mungkin. Jika tidak lihat table 4.5.6 jumlah semen sesuai pada SNI 03-2834-2000 yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan;
15. Tentukan factor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali;
16. Tentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam grafik 3 sampai dengan 6 atau gabungkan pasir pasir tersebut seperti pada table 8;
17. Tentukan susunan agregat kasar menurut grafik 7,8, atau 9 bila lebih dari satu macam agregat kasar gabungkan seperti table 9.
18. Tentukan persentase pasir dengan perhitungan atau menggunakan grafik 13 sampai dengan 15; dengan

diketahui ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10. slumps menurut butir 9, factor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik. Jumlah ini adalah jumlah seluruhnya dari pasir atau fraksi agregat yang lebih halus dari 5 mm. dalam agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia seringkali dijumpai bagian yang lebih halus dari 5 mm dalam jumlah yang lebih dari 5 persen. Dalam hal ini maka jumlah agregat halus yang diperlukan harus dikurangi;

19. Hitung berat jenis relative agregat menurut butir 4.2.3.6 sesuai pada SNI 03-2834-2000;
20. Tentukan berat isi beton menurut Grafik 16 sesuai pada SNI 03-2834-2000 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18;
21. Hitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
22. Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21;
23. Hitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22; dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1m³ beton;
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan;
25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan pada butir 4.2.3.8 sesuai pada SNI 03-2834-2000;
26. Buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya slump serta kekuatan tekan yang sesungguhnya, perhatikan hal berikut:
 - 1) Jika harga yang didapat sesuai dengan harga yang diharapkan, maka susunan campuran beton tersebut dikatakan baik. Jika tidak, maka campuran perlu dibetulkan;

- 2) Kalau slumpnya ternyata terlalu tinggi atau rendah, maka kadar air perlu dikurangi atau ditambah (demikian juga kadar semennya, karena factor air semen harus dijaga agar tetap tak berubah:
- 3) jika kekuatan beton dari campuran ini terlalu tinggi atau rendah, maka factor air semen dapat atau harus ditambah atau dikurangi sesuai dengan Grafik 1 atau 2 sesuai pada SNI 03-2834-2000.



Gambar 1.1
 Prosedur desain campuran beton secara *spreadsheet*
 (Sumber : hasil penelitian 2020).

BAB II PERHITUNGAN MANUAL DAN PROGRAM

2.1 Cara Perhitungan Secara Manual

Perhitungan desain campuran beton secara manual sebagai berikut :

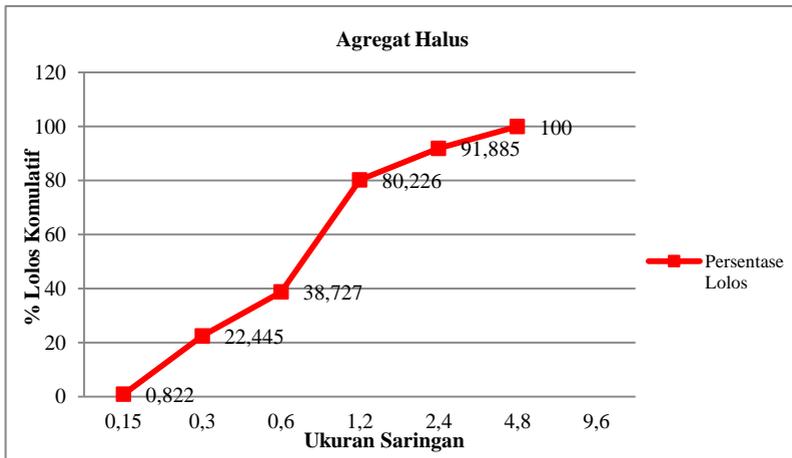
- a. Hasil data pengujian dan Perhitungan analisa saringan agregat halus

Tabel 2.1
Data Pengujian dan Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus

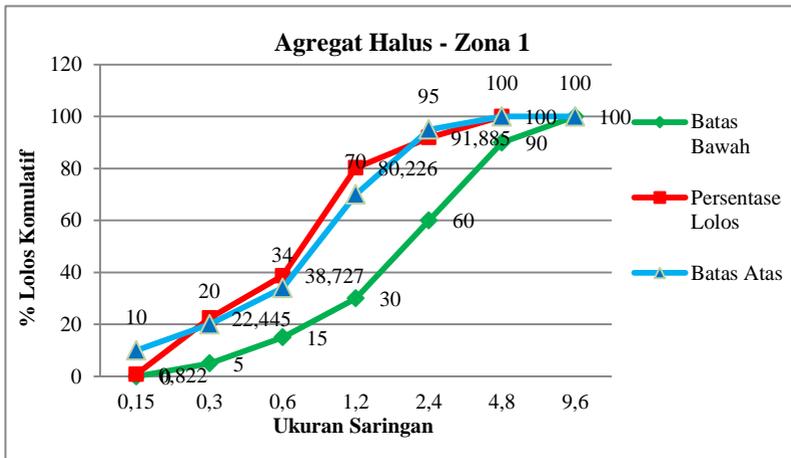
Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan Kumulatif (gr)	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif
Mm	Inch				
3,52	3/8	0	0	0	100
2,36	8	79	79	8,115	91,885
1,70	12	47	126	12,942	87,058
1,18	16	66,5	192,5	19,774	80,226
0,60	30	404	596,5	61,273	38,727
0,425	40	111,5	708	72,727	27,273
0,30	50	47	755	77,555	22,445
0,15	100	210,5	965,5	99,178	0,822
0,075	200	7	972,5	99,897	0,103
Pan		1	973,5	100	0
Jumlah		973,5			

(Sumber: Analisa Perhitungan 2020)

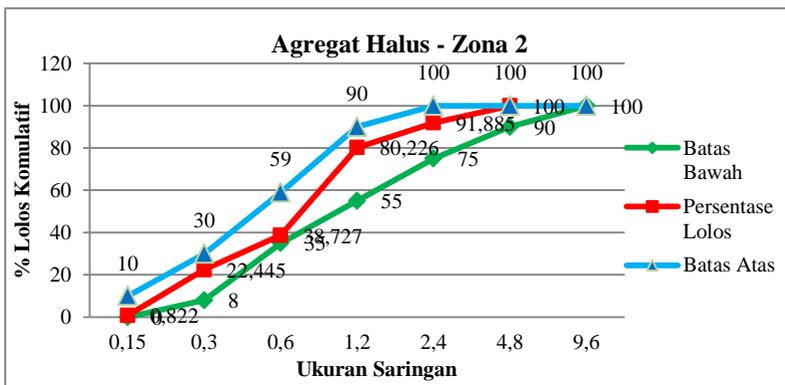
- 1) Berat Tertahan adalah berat pasir yang tertinggal di setiap nomor ayakan.
- 2) Berat Tertahan kumulatif adalah berat pasir di ayakan dijumlahkan dengan berat pasir yang tertahan di nomor ayakan sebelumnya.
- 3) % tertahan kumulatif merupakan perbandingan berat tertahan kumulatif terhadap jumlah pasir yang tertinggal.
- 4) % lolos ayakan merupakan 100% berat pasir dikurangi % tertahan kumulatif.
- 5) Berdasarkan hasil percobaan analisa ayakan dan hasil perhitungan, maka didapat hubungan antara % lolos kumulatif dengan nomor saringan (Gambar 2.1). Selain itu didapat pula penempatan zona pasir. Dari percobaan ini, pasir yang kami uji merupakan pasir dengan gradasi di zona 2 (Gambar 2.3).



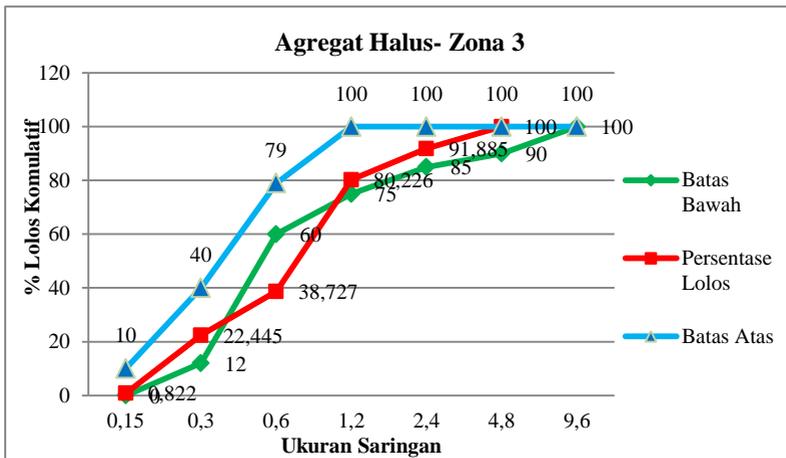
Gambar 2.1
Hubungan antara % Lolos Kumulatif dan Nomor Ayakan
(Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)



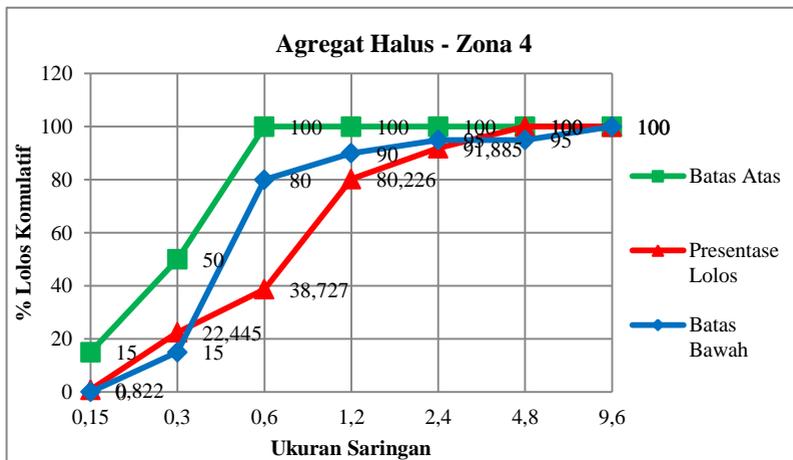
Gambar 2.2
 Batas Daerah Gradasi Pasir (Kasar) Zona 1
 (Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)



Gambar 2.3
 Batas Daerah Gradasi Pasir (Sedang) Zona 2
 (Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)



Gambar 2.4
Batas Daerah Gradasi Pasir (Agak Halus) Zona 3
(Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)



Gambar 2.5
Batas Daerah Gradasi Pasir (Halus) Zona 4
(Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)

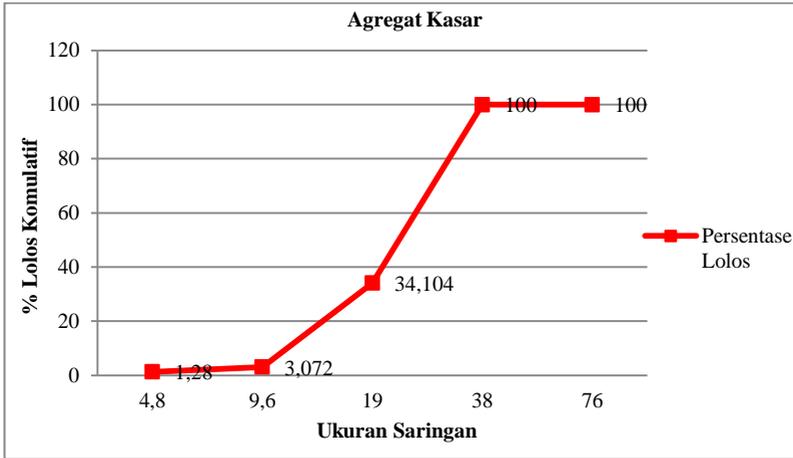
b. Hasil data pengujian dan Perhitungan analisa saringan agregat kasar

Tabel 2.2
Data Pengujian dan Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar

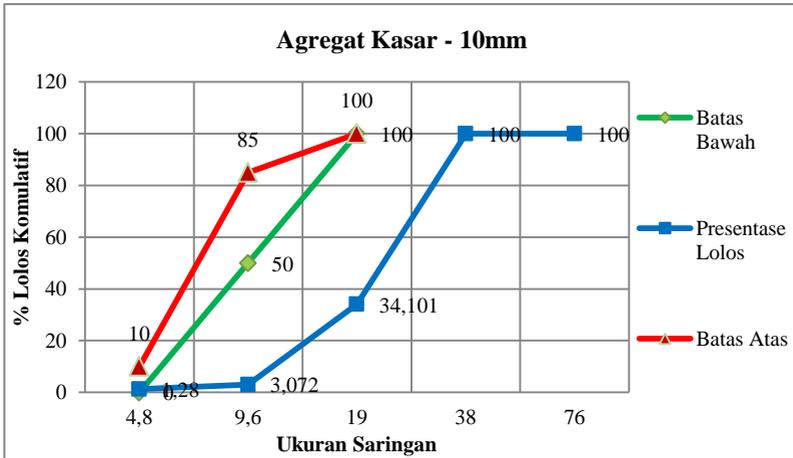
Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan Kumulatif (gr)	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif
mm	Inch				
76,2	3	0	0	0	100
50,8	2	0	0	0	100
38,1	1 ½	0	0	0	100
25,4	1	204,5	204,5	20,942	79,058
19,1	¾	439	643,5	65,899	34,101
13,2	½	236	879,5	90,067	9,933
8,5	3/8	67	946,5	96,928	3,072
4,75	# 4	17,5	964	98,720	1,28
2,36	# 8	1	965	98,822	1,178
0,15	100	6	971	99,437	0,563
Pan		5,5	976,5	100	0
Jumlah		976,5			

(Sumber: Analisa Perhitungan 2020)

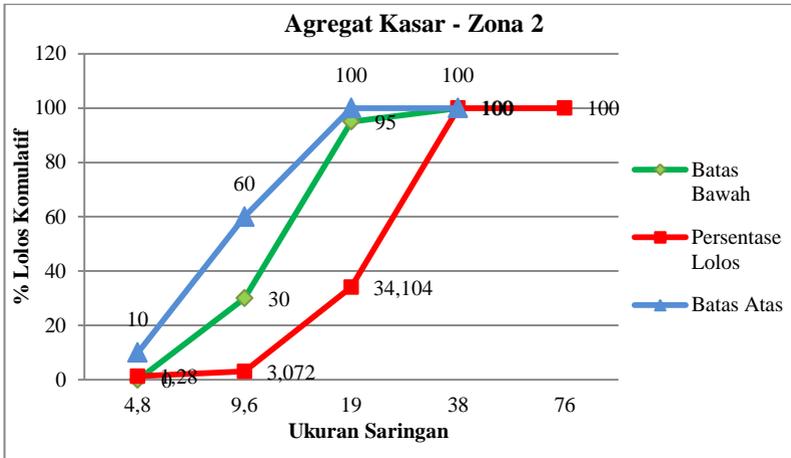
Berdasarkan hasil percobaan analisa ayakan dan hasil perhitungan, maka didapat hubungan antara % lolos kumulatif dengan nomor saringan (Gambar 2.5). Selain itu didapat pula penempatan zona batu pecah. Dari percobaan ini, pasir yang kami uji merupakan batu pecah dengan gradasi di batu pecah ukuran maksimum 40 mm (Gambar 4.21).



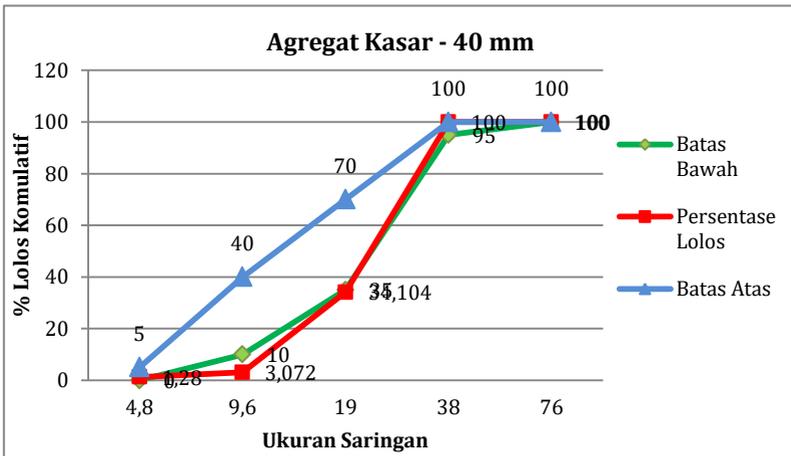
Gambar 2.6
 Hubungan antara % Lolos Kumulatif dan Nomor Ayakan
 (Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)



Gambar 2.7
 Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 10 mm
 (Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)



Gambar 2.8
Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 20 mm
(Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)



Gambar 2.9
Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 40 mm
(Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)

c. Hasil dan Pembahasan Perencanaan *Mix Design*

Tabel 2.3
Data Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Mix Design

No.	URAIN	NILAI	SATUAN
1.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	26	N/mm ²
2.	Deiviasi standar (Sr)	8,3	N/mm ²
3.	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	34,30	Mpa
4.	Jenis Semen	Tipe I	-
5.	Jenis Agregat : Kasar	Batu Pecah	-
6.	Jenis Agregat : Halus	Pasir	-
7.	Faktor air-semen bebas	0,52	-
8.	Jenis Pembetonan	2. Beton di dalam ruang bangunan keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	-
9.	Faktor Air Semen Maksimum	0,52	-
10	Slump	30-60mm	mm
11	Ukuran agregat maksimum	40mm	mm
12	Kadar air bebas	170,00	kg/ m ³
13.	Jumlah semen	326,90	kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	325,00	kg/ m ³
15.	Susunan besar butir agregat halus	40 mm	-
16.	Susunan besar butir agregat kasar atau	Zona 2	-

	gabungan		
17.	Persen agregat halus	37,00	persen (%)
18.	Berat jenis relatif, agregat kering permukaan)	2,52	-
19.	Berat jenis (isi) beton	2.331,18	kg/ m ³
20.	Kadar agregat gabungan	1.834,28	kg/ m ³
21.	Kadar agregat halus	677,47	kg/ m ³
22.	Kadar agregat kasar	1.156,81	kg/ m ³

Sumber:Analisa Perhitungan (2020)

Contoh Perhitungan :

- 1) Kuat tekan yang disyaratkan Benda uji, ditetapkan adalah
 26 N/mm^2
 Umur Pembetonan, 28 Hari
 Bentuk beton, Silinder
- 2) Deviasi standar (Sr), ditetapkan $8,3 \text{ N/mm}^2$
- 3) Kekuatan rata-rata yang ditargetkan,

$$F_c + S_r = 26 + 8,3$$

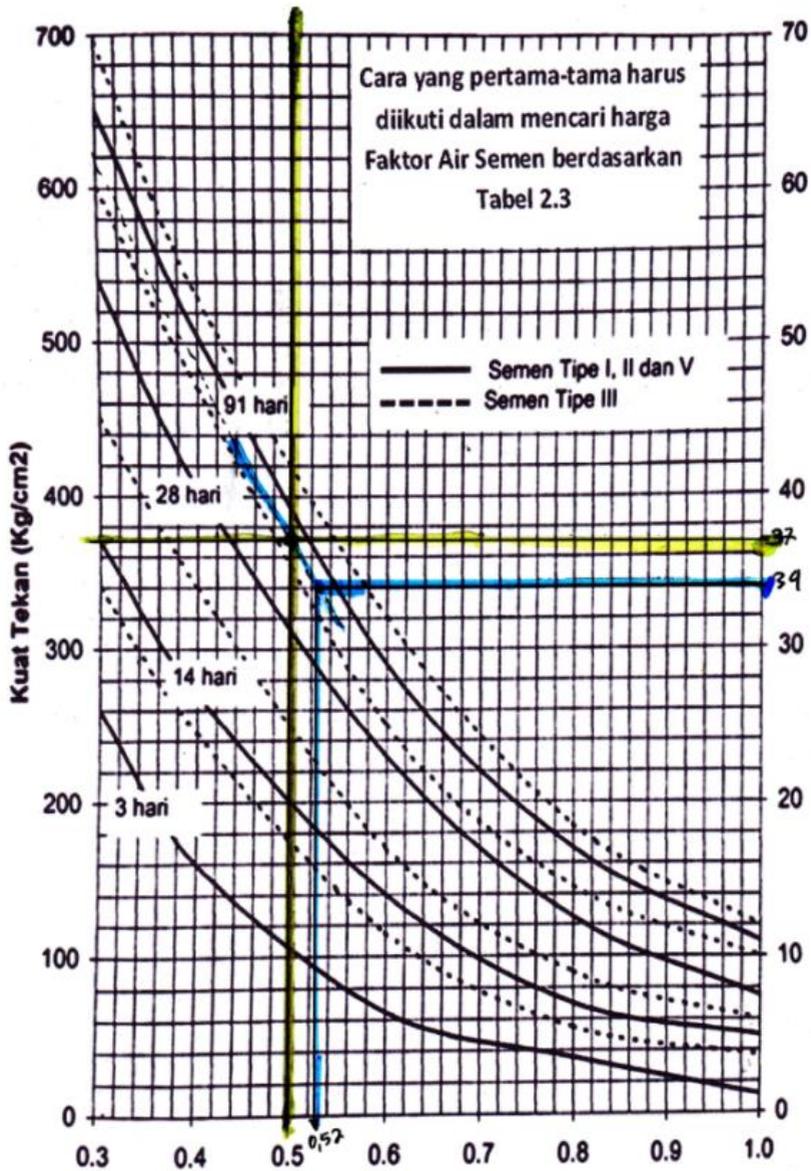
$$= 34,30 \text{ Mpa}$$
- 4) Jenis Semen, ditetapkan Tipe I
- 5) Jenis Agregat : Kasar, ditetapkan Batu Pecah
 Jenis Agregat : Halus, Ditetapkan Pasir
- 6) Faktor air semen bebas,
 Diketahui :
 Bentuk pembetonan = Silinder
 Umur Pembetonan = 28 Hari

Kekuatan Rata-rata yang ditargetkan = 34,30 Mpa

Langkah mencari faktor air semen bebas yaitu Tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan table 2 pada SNI 03-2834-2000, sesuai dengan semen dan agregat yang dipakai.

Untuk benda uji berbentuk silinder atau untuk benda uji berbentuk kubus. tarik garis keatas melalui faktor air semen dari 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada butir (1) diatas, lalu tarik garis lengkung melalui titik-titik secara proporsional.

Lalu tarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada butir 4 diatas. Kemudian tarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan. Dan dipatkan hasil 0,52.



Gambar 2.10
 Grafik Hasil Faktor Air Semen Bebas
 (Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)

- 7) Jenis Pembetonan, dapat ditentukan pada tabel 4 pada SNI 03-2834-2000. Pada analisa kali ini jenis pembetonan yang dipilih adalah Beton di dalam ruang bangunan keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif
- 8) Faktor air semen maksimum, dapat ditentukan pada tabel 4 pada SNI 03-2834-2000 pada SNI 03-2834-2000. Dan dihasilkan sesuai pada pilihan butir (7) maka faktor air semen maksimum adalah 0,52
- 9) Slump, dapat ditentukan pada tabel 3 pada SNI 03-2834-2000.
- 10) Ukuran agregat maksimum, ditetapkan oleh hasil data percobaan dan dilihat kecocokannya sesuai pada SNI 03-2834-2000. Didapatkan hasilnya yang sesuai adalah 40 mm
- 11) Kadar Air Bebas didapatkan pada tabel 3 pada SNI 03-2834-2000 adalah 170,00 kg/m³

$$\text{Slump} = 30-60 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \frac{2}{3} w_h + \frac{1}{3} w_k &= \frac{2}{3} \times 160 + \frac{1}{3} \times 190 \\ &= 170,00 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

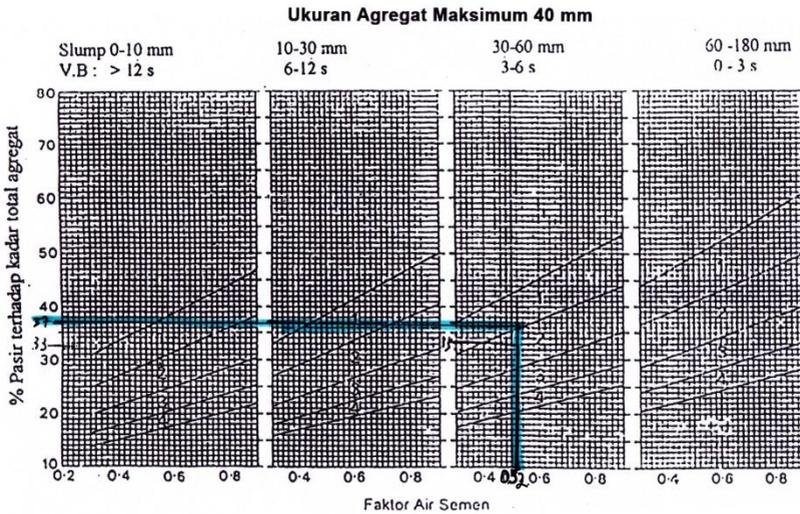
Dimana : w_h = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus

w_k = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

- 12) Jumlah semen didapatkan dengan menghitung jumlah semen yang besarnya dihitung dari kadar air bebas dibagi Faktor Air Semen (FAS).
- Kadar Air Bebas : Faktor Air Semen = 170,00 : 0,52
= 326,90
- 13) Jumlah semen maksimum dapat ditentukan dengan melihat butir (7) tujuh.
- 14) Jumlah semen minimum dapat ditentukan dengan melihat butir (7) tujuh.
- 15) Faktor air-semen yang disesuaikan. Jika jumlah semen berubah karena jumlahnya lebih kecil dari jumlah semen minimum atau lebih besar dari jumlah semen maksimum, maka FAS harus dihitung kembali. Jika semen yang

dihitung dari langkah (1.) berada diantara maksimum dan minimum, atau lebih besar dari minimum namun tidak melebihi jumlah maksimum kita bebas memilih jumlah semen yang akan kita gunakan.

- 16) Susunan besar butir agregat halus, ditetapkan oleh hasil data percobaan dan dilihat kecocokan pada SNI 03-2834-2000. Dan didapatkan hasilnya adalah Zona 2.
- 17) Susunan besar butir agregat kasar atau gabungan, ditetapkan oleh hasil data percobaan dan dilihat pada SNI 03-2834-2000. Dan didapatkan hasilnya adalah 40 mm.
- 18) Persen agregat halus, ditetapkan oleh hasil grafik, 37 persen.
- 19)



Gambar 2.11

Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm
(Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)

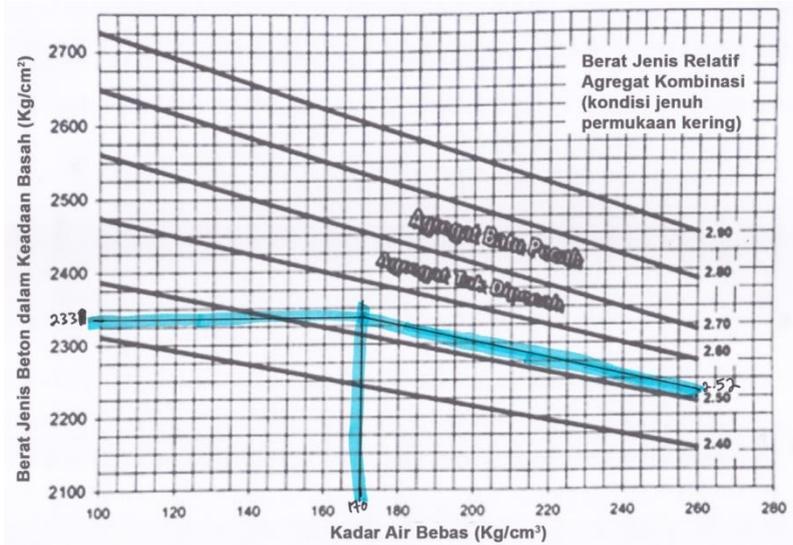
- 20) Berat jenis relatif, agregat kering permukaan

$$\text{Bjr Agg} = [A \times B_j (\text{SSd}) \text{ Agg Halus}] + [B \times B_j (\text{SSd}) \text{ Agg Kasar}]$$

$$\begin{aligned}
 &= [37\% \times 2,312] + [63\% \times 2,645] \\
 &= 0,85544 + 1,66635 \\
 &= 2,52
 \end{aligned}$$

Dimana : A = Prosentase agregat halus
 B = Prosentase agregat kasar

21) Berat jenis isi beton, didapatkan melalui gambar grafik dibawah ini, Langkah pertama adalah membuat garis tarik kadar air bebas (170,00 kg/m³) ke atas sampai menyentuh garis berat jenis relatif agregat kering permukaan (2,52). Dan dihasilkan adalah 2.331,18 kg/m².



Gambar 2.12
 Hasil Analisis Perhitungan Berat Jenis Isi Beton
 (Sumber : Analisa Perhitungan; 2020)

22) Kadar agregat gabungan
 Berat jenis isi beton - (Jumlah semen + Kadar air bebas)
 $2.331,18 - (326,90 + 170,00) = 1.834,28 \text{ kg/m}^3$

23) Kadar agregat halus

$$\begin{aligned} & \text{Persen agregat halus} \times \text{Kadar agregat gabungan} \\ & 37\% \times 1.834,28 = 677,47 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24) Kadar agregat kasar

$$\begin{aligned} & \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus} \\ & 1.834,28 - 677,47 = 1.156,81 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 2.4
Campuran Bahan Benda Uji

Proposal Campuran	Semen (kg)	Air (kg/liter)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Tiap m ³	326,90	170,00	677,47	1.156,81
Koreksi campuran terhadap kadar air tiap m ³	326,90	169,50	678,09	1.156,69
Tiap Campuran Uji = 0,0159 m ³	5,20	2,70	10,78	18,39

(Sumber:Analisa Perhitungan 2020)

Contoh Perhitungan :

1) Volume silinder

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{1}{4} \times \mu \times (d_2) \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3 \times 3 \\ &= \mathbf{0,0159 \text{ m}^3} \rightarrow \text{untuk tiap campuran benda uji} \end{aligned}$$

2) Koreksi campuran terhadap kadar air tiap m³

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - ((c_k - c_a) \times c / 100 - ((D_k - D_a) \times D / 100 \\ &= 170,00 - ((14,15/100 - 4,98/100) \times 677,47 / 100) \\ &\quad - ((2,04\% - 3,09\%) \times 1.156,81 / 100) \\ &= \mathbf{169,50 \text{ kg/lt}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agg Halus} &= C + ((ck - ca) \times c / 100) \\
 &= 677,47 + ((14,15/100 - 4.98/100) \times 677,47 / 100) \\
 &= \mathbf{678,09 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agg Kasar} &= D + ((Dk - Da) \times D / 100) \\
 &= 1.156,81 + ((2,04/100 - 3,09/100) \times 1.156,81/100) \\
 &= 1.156,69 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Dimana :
- B : Jumlah air (kg/m³)
 - C : Jumlah agregat halus (kg/m³)
 - D : Jumlah agregat kasar (kg/m³)
 - Ca : Penyerapan air pada agregat halus
 - Da : Penyerapan air pada agregat kasar
 - Ck : Kadar air agregat halus
 - Dk : Kadar air agregat kasar

3) Tiap campuran uji (0,0159 m³)

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= \text{Koreksi campuran terhadap kadar air} \times 0,0159 \\
 &= 326,90 \times 0,0159 \\
 &= \mathbf{5,20 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air} &= \text{Koreksi campuran terhadap kadar air} \times 0,0159 \\
 &= 169,50 \times 0,0159 \\
 &= \mathbf{2,70 \text{ kg/liter}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agg Halus} &= \text{Koreksi campuran terhadap kadar air} \times 0,0159 \\
 &= 678,09 \times 0,0159 \\
 &= \mathbf{10,78 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Agg Kasar} &= \text{Koreksi campuran terhadap kadar air} \times 0,0159 \\
 &= 1.156,69 \times 0,0159 \\
 &= \mathbf{18,39 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

2.2 Cara Perhitungan Secara Spreadsheet

1. Analisa 1

Mencari faktor air semen bebas dengan menganalisa rumus yang digunakan :

- 1) Kuat tekan yang diisyaratkan, untuk kuat tekan yang diisyaratkan ditetapkan sendiri oleh pengguna program dengan satuan N/mm². Dan juga pada penetapan kuat tekan rata-rata juga menetapkan bentuk beton normal(Silinder/Kubus).
- 2) Standar Devisiasi, hanya dipergunakan khusus apabila tidak ada hasil uji sebelumnya, seperti pada 2.5

Tabel 2.5
Faktor Pengali untuk Devisiasi Standar

Kekuatan tekan disyaratkan, Mpa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, Mpa
$f'_c < 21$	$f_{cr}' = f'_c + 7,0$
$21 \geq f'_c \geq 35$	$f_{cr}' = f'_c + 8,3$
$f'_c > 35$	$f_{cr}' = 1,10f'_c + 5,0$

(Sumber : Diktat Penenuntun Praktikum Beton, Laboratorium Teknik Sipil Universitas Wiraraja Sumenep; 2016)

- 3) Jenis Semen, Agregat Halus, dan Agregat Kasar, ditetapkan sendiri oleh pengguna program dengan melihat tabel berikut ini,

Tabel 2.6
Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan Factor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

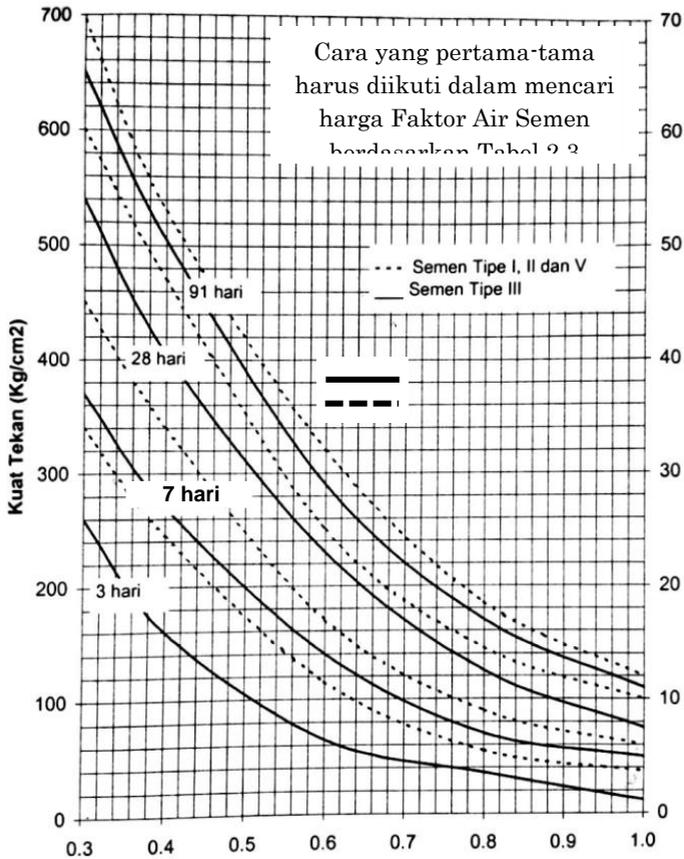
Jenis semen	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)			
		Pada umur (hari)			Bentuk uji
		3	7	28	
Semen Portland Tipe 1	Batu tak dipecahkan Batu pecah	17 19	23 27	40 45	Silinder

(Sumber : Diktat Penenuntun Praktikum Beton, Laboratorium Teknik Sipil Universitas Wiraraja Sumenep; 2016)

- 4) Kekuatan rata-rata yang ditargetkan, rumus sebagai berikut :

$$f_{cr} = f_c + M \quad \text{atau} \quad f_{cr} = f_c + 1,64 s_r$$

- 5) Lalu akan diproses melalui perhitungan diagram.



Gambar 2.13
Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen untuk Benda Uji Silinder (diameter 150 mm, tinggi 300 mm)
(Sumber : Tri Mulyono 2005)

2. Analisa 2

Mencari Faktor Air Semen Maksimum dan Minimum, dengan mengategorikan Jenis Pembetonan. Yang dimana pada program ini hanya memakai dua jenis kategori, yaitu :

Tabel 2.7

Persyaratan jumlah semen minimum dan factor air semen maksimum untuk berbagai Macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325,00	0,52
Beton di luar ruangan bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325,00	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60

(Sumber : SNI-T-15-1991-03:7)

3. Analisa 3

Mencari Faktor Air Semen yang disesuaikan, dengan cara membandingkan nilai hasil Faktor Air Semen Bebas dengan Faktor Air Semen Maksimum yang paling kecil, yang mempunyai nilai paling kecil/ rendah maka akan ditetapkan sebagai Faktor Air Semen.

4. Analisa 4

Mencari Ukuran Agregat Maksimum, dapat diketahui melalui hasil data laboratorium yang sudah diolah, hingga menghasilkan zona ukuran besar butir agregat maksimum yang sesuai. Dan hasil ukuran besar butir agregat maksimum dapat ditemukan pada tabel 2.8 lalu di tetapkan dengan slump pada tabel 2.8.

Tabel 2.8
Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber : SNI 03-2384-2000)

5. Analisa 5

Pada analisa kali ini pengguna hanya menentukan jenis pembetonannya. Tabel jenis pembetonan yang sudah ditentukan oleh program ada pada tabel 2.6.

6. Analisa 6

Mencari Jumlah Semen menggunakan Kadar Air Bebas Bebas dibagi Faktor Air Semen (yang paling kecil).

7. Analisa 7

Mencari Kadar Agregat Gabungan, dapat diketahui menggunakan cara sebagai berikut :

- 1) Menentukan susunan Butir Agregat Halus melalui gambar yang sudah ditentukan.
- 2) Menentukan Susunan Besar Butir Agregat Kasar atau Gabungan melalui gambar yang sudah ditentukan.
- 3) Menentukan Persen Agregat Halus. Dengan menggunakan gambar berikut ini, untuk ukuran butir maksimum sesuai penetapan, dan memakai penetapan slump yang sudah ditetapkan
- 4) Hitung berat jenis relatif agregat (SSD) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$B_{jr} \text{ Agg} = \{A \times B\} (\text{SSD}) \text{ Agg Halus} + \{B \times B\} (\text{SSD}) \text{ Agg Kasar}$$

A = Prosentase Agregat Halus

B = Prosentase Agregat Kasar

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD), proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan dalam agregat. Koreksi proporsi campuran dilakukan terhadap kadar air dalam agregat minimum satu kali dalam sehari dan di hitung menurut rumus sebagai berikut :

$$\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100$$

$$\text{Agregat Halus} = C + (C_k - C_a) \times C/100$$

$$\text{Agregat Kasar} = D + (D_k - D_a) \times C/100$$

dimana :

B = Jumlah air (kg/m^3)

C = Jumlah agregat halus (kg/m^3)

D = Jumlah kerikil (kg/m^3)

Ca = Absorsi air pada agregat halus (kg/m^3)

- Da = Absorsi air pada agregat kasar (%)
- Ck = Kandungan air dalam agregat halus (%)
- Dk = Kandungan air dalam agregat kasar (%)

- 5) Lalu Berat jenis isi beton dikurangi (-) Kadar Air Bebas bebas ditampabah (+) jumlah semen.
 - 6) Lalu mencari Kadar Agregat Halus dan Kadar Agregat Kasar, dengan cara :
 - 7) Kadar Agregat Halus = Persen agregat halus dikali (x) Kadar agregat gabungan.
 - 8) Kadar Agregat Kasar = Kadar agregat gabungan dikurangi(-) Kadar agregat halus
8. Analisa 8

Mencari Berat Jenis (Isi) Beton. Dapat menggunakan langkah berikut ini :

- 1) Tentukan berat jenis agregat gabungan.
- 2) Lalu tentukan lokasi agregat batu pecah atau agregat batu tak pecah.
- 3) Lalu buatlah garis diagonal, lalu tentukan posisi Kadar Air Bebas bebas
- 4) Lalu buatlah garis vertikal ke atas pada posisi Kadar Air Bebas bebas.
- 5) Lalu akan ada titik temu antara garis vertikal dan garis diagonal, lalu tarik garis horizontal ke samping kiri,
- 6) Lalu diketahui hasil dari garis tersebut adalah hasil berat jenis isi beton.

2.3 Cara Penggunaan Program *Spreadsheet*

1. Buka Program
2. Lalu masuk ke *sheet "mix design beton"*,



Gambar 2.13
tampilan *sheet mix design* beton.
(Sumber : hasil penelitian 2020).

Sebelum masuk dalam *sheet* ini pengguna, diharap memiliki hasil dari data laboratoium bahan, untuk bisa melangkah ke tahap selanjutnya.

3. Setelah pengguna memiliki data hasil dari laboratorium, silahkan mengisi tabel data percobaan analisa saringan agregat halus dan agregat kasar sesuai dengan hasil uji

Pengisian Data Percobaan		Analisa Saringan Pasir (Agregat Halus)			
Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan Kumulatif (gr)	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif
Mm	Inch				
3,52	3/8"				
2,36	8				
1,7	12				
1,18	16				
0,6	30				
0,425	40				
0,3	50				
0,15	100				
0,075	200				
Pan					
Jumlah					

Pengisian Data Percobaan		Analisa Saringan Batu Pecah (Agregat Kasar)			
Ukuran Saringan		Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan Kumulatif (gr)	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif
mm	Inch				
76,2	3				
50,8	2				
38,1	1 1/2				
25,4	1				
19,1	3/4				
13,2	1/2				
8,5	3/8				
4,8	# 4				
2,4	# 8				
0,2	100				
Pan					
Jumlah					

Gambar 2.14
Tampilan pengisian data hasil percobaan laboratorium.
(Sumber : hasil penelitian 2020).

4. Setelah memasukkan hasil data laboratorium, lalu isilah *Input* tahap 1(pertama), yang sudah tertera pada gambar di bawah ini,

INPUT				
Kuat Tekan Yang Diisyaratkan			UMUR PEMBETONAN	
Standar Deviasi				
Jenis Semen	Tipe I			
Agregat Halus dan Kasar	Pasir	Batu Pecah	Ditetapkan	
Kekuatan Rata-Rata				
Jenis Pembetonan				

Gambar 2.15
Tampilan *input* tahap 1 (pertama).
(Sumber : hasil penelitian 2020).

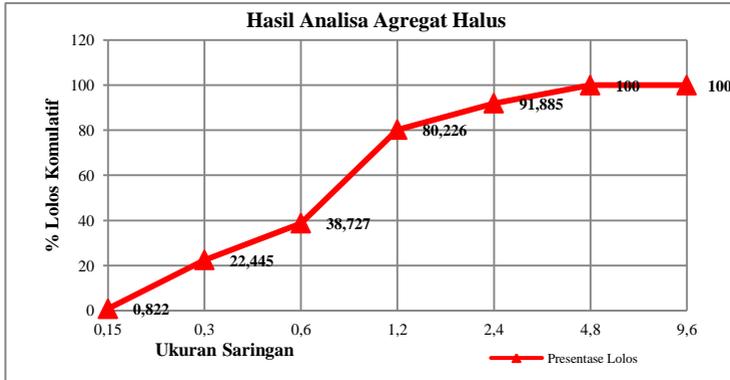
5. Masukkan *Input* tahap 2 (dua), yang sudah tertera pada gambar di bawah ini,

Slump	30-60mm
Ukuran agregat maksimum	
Susunan Besar Butir Agregat Halus	
Susunan Besar Butir Agregat Kasar/Gabungan	
Banyak Benda Uji	

Gambar 2.16
Tampilan *input* tahap 2 (dua).
(Sumber : hasil penelitian 2020).

Ada cara pengisian khusus pada :

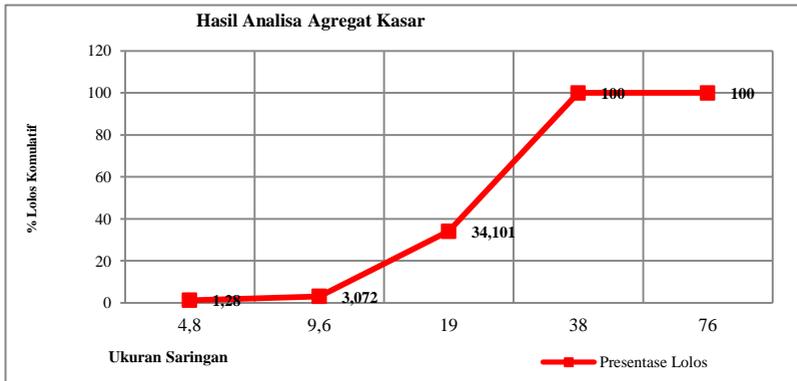
- Susunan besar butir agregat halus yaitu melihat kecocokan dari zona agregat halus, yang dimana data dihasilkan dari hasil data laboratorium atau ditentukan oleh pengguna sebelumnya, jika pengguna kurang paham dalam pengisian data laboratorium, bisa menghubungi asisten laboratorium universitas terdekat atau referensi lainnya.



Gambar 2.17

Tampilan contoh hasil analisa *input* agregat halus.
(Sumber : hasil penelitian 2020).

- Susunan besar butir agregat kasar atau gabungan yaitu melihat kecocokan dari ukuran butir agregat kasar, yang dimana data dihasilkan dari hasil data laboratorium atau ditentukan oleh pengguna sebelumnya, jika pengguna kurang paham dalam pengisian data laboratorium, bisa menghubungi asisten laboratorium universitas terdekat atau referensi lainnya



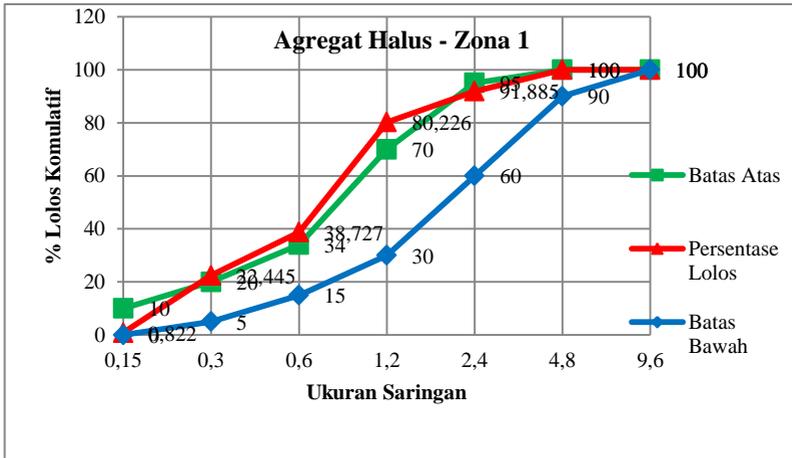
Gambar 2.18
Tampilan contoh hasil analisa *input* agregat kasar.
(Sumber : hasil penelitian 2020).

6. Setelah, pengguna selesai mengisi butir (1) hingga butir (5), silahkan pengguna pindah ke sheet “susunan gradasi agregat”, pada *sheet* ini pengguna bisa melihat sendiri hasil analisa data laboratorium yang sudah pengguna isi, dan hasil analisa data laboratorium akan otomatis muncul pada hasil grafik zona agregat halus tipe 1 hingga 4, dan hasil grafik ukuran maksimum agregat kasar 10 mm hingga 40 mm.

SUSUNAN Gradasi Agregat

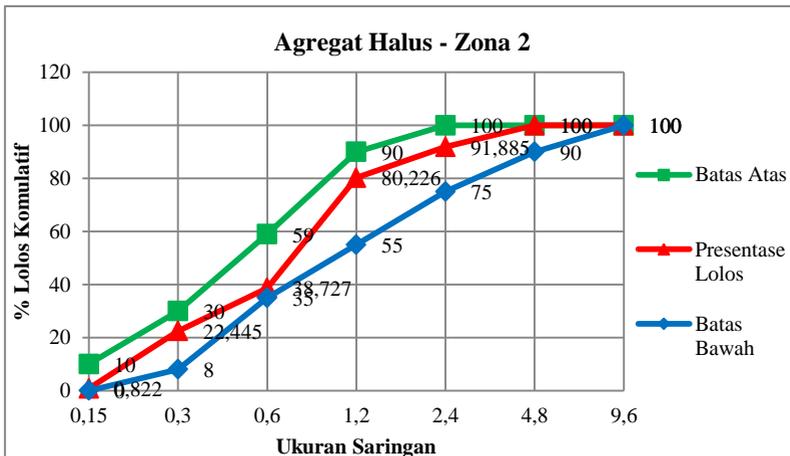
Gambar 2.19
Tampilan *sheet* susunan gradasi agregat.
(Sumber : hasil penelitian 2020).

7. Lalu lihatlah kecocokan dari hasil grafik pada sheet tersebut, kemudian tentukan letak zona agregat halus dan ukuran agregat kasar. Contoh pada gambar halaman selanjutnya,



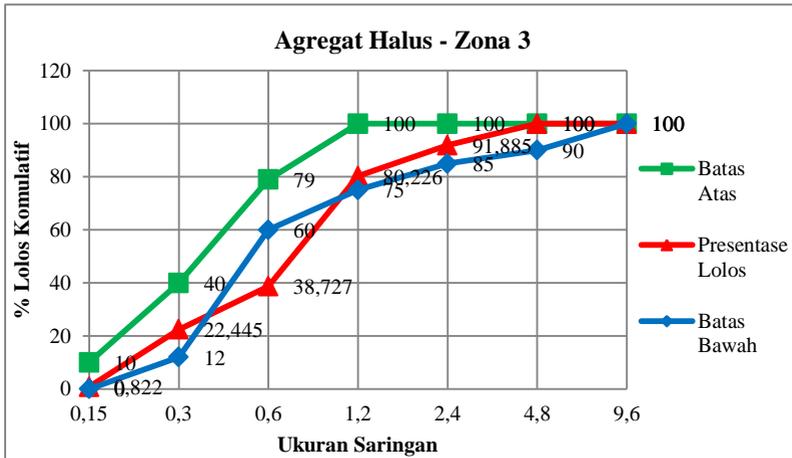
Gambar 2.20

Tampilan contoh hasil analisa *output* agregat halus zona 1 (Sumber : hasil penelitian 2020).

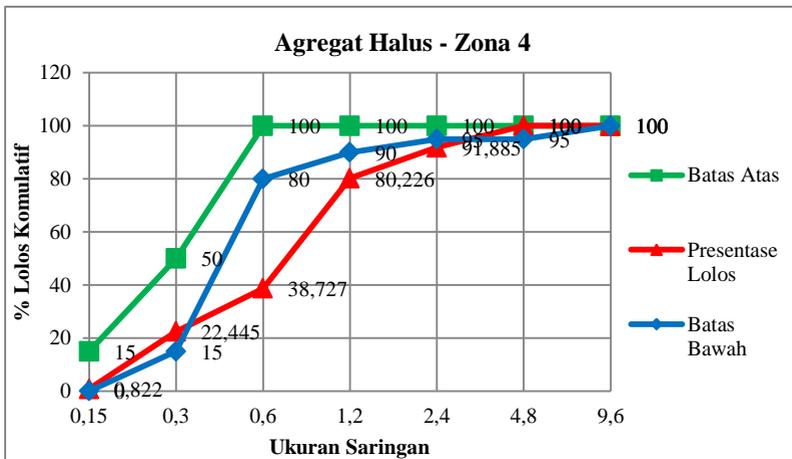


Gambar 2.21

Tampilan contoh hasil analisa *output* agregat halus zona 2 (Sumber : hasil penelitian 2020).



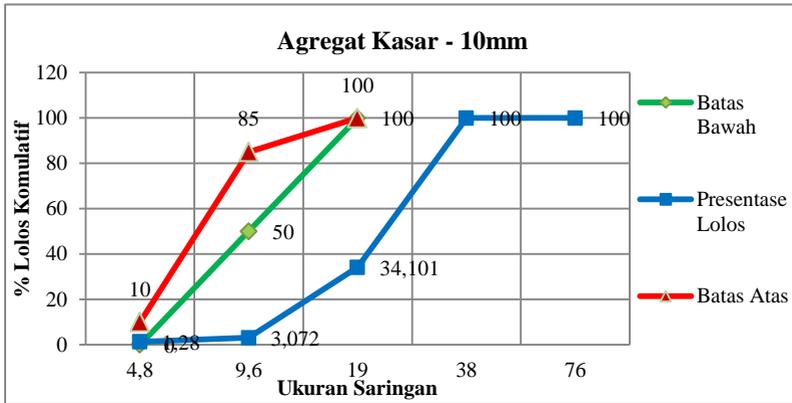
Gambar 2.22
Tampilan contoh hasil analisa *output* agregat halus zona 3
(Sumber : hasil penelitian 2020).



Gambar 2.23
Tampilan contoh hasil analisa *output* agregat halus zona 4
(Sumber : hasil penelitian 2020).

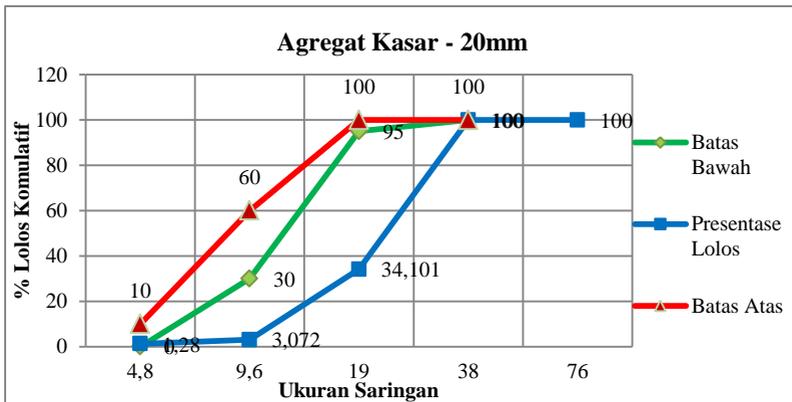
Dapat disimpulkan dari data diatas bahwa *output* analisa agregat halus berada pada zona 2, karena presentase lolos berada didalam atau didekat area batas atas dan batas

bawah, namun di sarankan untuk mengambil hasil yang berada didalam batas atas dan batas bawah, seperti contoh pada gambar 2.21.



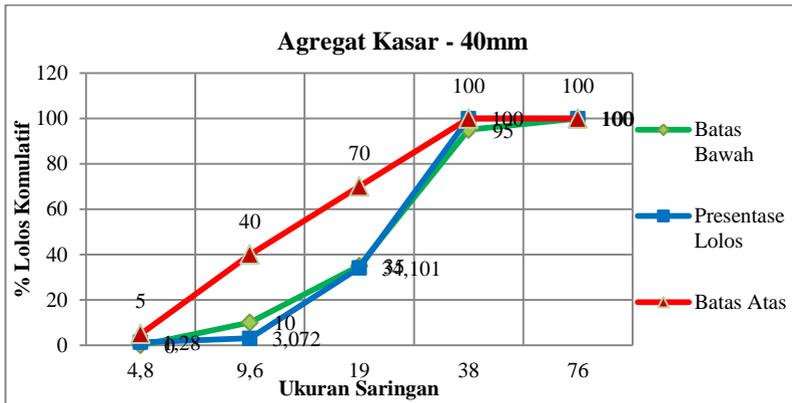
Gambar 2.24

Tampilan contoh hasil analisa *output* agregat kasar 10 mm
(Sumber : hasil penelitian 2020)



Gambar 2.25

Tampilan contoh hasil analisa *output* agregat kasar 20 mm
(Sumber : hasil penelitian 2020)



Gambar 2.26

Tampilan contoh hasil analisa *output* agregat kasar 40 mm
(Sumber : hasil penelitian 2020)

Dapat disimpulkan dari data diatas bahwa *output* analisa agregat kasar berada pada ukuran 40 mm, karena presentase lolos berada didalam atau didekat area batas atas dan batas bawah, namun di sarankan untuk mengambil hasil yang berada didalam batas atas dan batas bawah, seperti contoh pada gambar 2.26.

8. Setelah hasil kecocokan sudah ditemukan, maka isilah *input* tahap 2 (dua) sesuai poin 5 (lima).
9. Apabila poin 1(satu) sampai dengan 7(tujuh) sudah dilaksanakan dan tidak terjadi kesalahan perhitungan, maka bisa melihat hasil perhitungan dengan secara jelas pada sheet "Formulir *Mix Design*".



Gambar 2.27

Tampilan sheet Formulir *Mix Design*.
(Sumber : hasil penelitian 2020).

10. Maka langkah selanjutnya adalah mencetak hasil dari perhitungan program, dan selesai.

2.4 Batasan program desain campuran beton

Program ini memiliki beberapa batasan yang harus diikuti oleh pengguna program, yaitu :

1. Batasan kuat tekan yang diisyaratkan, minimum 15 N/mm^2 dan maksimal 34 N/mm^2 ,
2. Batasan kekuatan deviasi standar adalah $F_c > 21 = + 7$ dan $F_c \geq 21 \geq 34 = +8,3$,
3. Batasan jenis agregat kasar dan agregat halus, disarankan memakai batu pecah dan pasir.
4. Batasan bentuk benda uji adalah silinder.
5. Batasan penggunaan slump hanya pada 30-60mm.
6. Batasan jenis pembetonan hanya ada 2, diantaranya :
 - a. Beton di dalam ruang bangunan :
 - keadaan keliling non-korosif
 - keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif
 - b. Beton di luar ruangan bangunan :
 - yang tidak terlindungi dari hujan dan terik sinar matahari
 - yang Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung
7. Batasan jenis semen, jenis semen disarankan menggunakan tipe I (satu).

2.5 Contoh hasil perhitungan dan perbandingan hasil

Dari hasil perhitungan secara manual dengan program dapat disimpulkan hasil perbandingannya melalui penjelasan berikut :

Tabel 2.9
Perbandingan Hasil Analisa Desain Campuran Beton

No.	URAIN	HASIL		SATUAN
		SPREADSHEET	MANUAL	
1.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	26	26	N/mm ²
2.	Deiviasi standar (Sr)	8,3	8,3	N/mm ²
3.	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	34,30	34,30	Mpa
4.	Jenis Semen	Tipe I	Tipe I	-
5.	Jenis Agregat : Kasar	Batu Pecah	Batu Pecah	-
6.	Jenis Agregat : Halus	Pasir	Pasir	-
7.	Faktor air-semen bebas	0,52	0,52	-
8.	Jenis Pembetonan	2. Beton di dalam ruang bangunan keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	2. Beton di dalam ruang bangunan keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	-
9.	Faktor Air Semen Maksimum	0,52	0,52	-
10	Slump	30-60mm	30-60mm	mm
11	Ukuran agregat maksimum	40mm	40mm	mm
12	Kadar air bebas	170,00	170,00	kg/ m ³
13	Jumlah semen	327,10	326,909	kg/ m ³
14	Jumlah semen minimum	325,00	325,00	kg/ m ³

15	Susunan besar butir agregat halus	40mm	40mm	-
16	Susunan besar butir agregat kasar atau gabungan	Zona 2	Zona 2	-
17	Persen agregat halus	37,00	37,00	persen (%)
18	Berat jenis relatif, agregat kering permukaan)	2,52	2,52	-
19	Berat jenis (isi) beton	2.331,18	2.331,18	kg/ m ²
20	Kadar agregat gabungan	1.834,08	1.834,28	kg/ m ³
21	Kadar agregat halus	677,47	677,47	kg/ m ³
22	Kadar agregat kasar	1.156,81,61	1.156,81	kg/ m ³

(Sumber:Analisa Perhitungan 2020)

Berikut ini adalah hasil perbandingan proporsi campuran beton secara manual dan secara *spreadsheet*, yang dimanana divisualisasikan melalui hasil analisa berbentuk tabel.

Tabel 2.10

Perbandingan Hasil Analisa Proporsi Campuran Beton Secara Manual

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg/Lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan	
			Halus (kg)	Kasar (kg)
Tiap m ³	326,90	170,00	677,47	1.156,81
Koreksi campuran terhadap kadar air tiap m ³	326,90	169,50	678,09	1.156,69
Tiap campuran uji	5,20	2,70	10,78	18,39
Volume silinder	0,0159			

(Sumber : hasil penelitian 2020).

Tabel 2.11

Perbandingan Hasil Analisa Proporsi Campuran Beton Secara Spreadsheet

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg/Lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan	
			Halus (kg)	Kasar (kg)
Tiap m ³	326,90	170,00	677,47	1.156,63
Koreksi campuran terhadap kadar air tiap m ³	326,90	169,50	678,09	1.156,51
Tiap campuran uji	5,20	2,70	10,78	18,20
Volume silinder	0,0159			

(Sumber : hasil penelitian 2020)

Dari simulasi di atas didapat selisih 0,1 – 1 pada perhitungan secara manual desain campuran beton dan proporsi campuran. Hal ini dikarenakan pembulatan angka di belakang koma dan pembacaan grafik dalam perhitungan manual yang nilainya tidak

selalu presisi. Selain itu juga rumus yang dipakai di didapat dari grafik, sehingga hasilnya tidak sama dengan perhitungan manual. Tetapi secara garis besar program *Spreadsheet* sudah menunjukkan hasil yang sama dengan hasil perhitungan secara manual.

BAB III PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Dengan pembuatan program ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari perhitungan desain campuran beton menggunakan metode SNI 03-2834-2000 berbasis spreadsheet diperoleh komposisi tiap m³ semen 327 kg, air 169,50 kg/lt, agregat halus 734,301 kg, dan agregat kasar 1144,85 kg.
2. Selisih hasil antara desain campuran beton manual dan program sebesar 0,1 sampai dengan 1.
3. Diperoleh suatu bentuk efisiensi perhitungan mix design meliputi kecepatan, keakuratan ukuran, dan penyimpanan data dalam jumlah besar serta mengurangi bahkan menghilangkan terjadinya duplikasi dan ketidakkonsistenan data.
4. Suatu kemudahan yang dapat diperoleh dalam proses edit, cetak, dan update data dalam perhitungan mix design.

3.2 Saran

Program perhitungan *mix design* menggunakan *spreadsheet* dapat dikembangkan ke versi berikutnya dengan menambahkan fitur-fitur yang lain seperti fas 3 fase, metode pembetonan yang lain, perhitungan untuk beton bertulang, kalibrasi dengan uji di laboratorium dsb.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Nasional, B. S. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Nasional, B. S. (2013). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan (SNI 2847:2013)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Laboratorium Teknik Sipil, (2020). *Modul Praktikum Beton*. Sumenep: Universitas Wiraraja.
- Russel. (1999). High Performance Concrete. Retrieved from http://www.ce.memphis.edu/1101/notes/concrete/PCA_manual/Chap17.pdf.
- Sigit Setyawan. 2017. *Pedoman penggunaan software perancangan campuran (mix design)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Dwi Amanda. (2014). Sampel beton dalam pengerjaan dilapangan. Retriever www.lauwtjunnji.weebly.com/1900/jurnal/beton

“**D**esain Campuran Beton Berbasis Spreadsheet ini adalah sebuah perkembangan perhitungan dalam merencanakan pembetonan yang awalnya hanya bisa dilakukan secara manual, membutuhkan waktu proses perhitungan yang cukup memakan waktu, dan tidak semua orang bisa melakukannya. Dengan adanya proses perhitungan **DESAIN CAMPURAN BETON BERBASIS SPREADSHEET** ini mampu mempersingkat waktu perencanaan, dan dapat digunakan oleh mahasiswa teknik sipil, praktisi teknis, juga masyarakat umum dengan mudah dan bisa dipertanggung jawabkan hasil kebenarannya dari hasil yang sudah direncanakan.” *Firman*

PENERBIT : WIRARAJA PRESS

Gedung Rektorat Lt 2

Jl. Raya Sumenep – Pamekasan

KM. 05 Sumenep

Kotak Pos 69451

Telepon : (0328) 664 272

E-Mail : rektorat@wiraraja.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang – Undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa ijin tertulis dari penerbit.

Penyusun :

Dwi Desharyanto, MT

RB. Ahmad Alif Firmani

ISBN : XXX-XXX-XXXXX-X-X