

DAFTAR PUSTAKA

- A Arman, Mulyati. 2014. *PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BETON SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL*. Padang. Jurnal Momentum Vol.16 No.2. Agustus 2014. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang.
- Alfredo Machine. 2012. *STUDI KUAT TEKAN BETON NORMAL MUTU SEDANG DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI (RHA) DAN LIMBAH ADUKAN BETON (CSW)*. Depok. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Amal Andi Syaiful, Saleh Chairil. 2015. *PEMANFAATAN LIMBAH BATU MARMER SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN ASPAL BETON TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL*. Malang. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- Candra Agata Iwan, dkk. *Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori*. Kediri.
- Hardiana. 2018. *PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH BATUBARA SEBAGAI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON YANG DIRAWAT DENGAN METODE WET CURING DAN DRY CURING*. Gowa. Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Hardiyanti Dinul Citra. 2019. *PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KULIT PISANG TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN METODE WET CURING DAN DRY CURING*. Gowa. Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

- Isnawati. 2015. *PENGARUH PENAMBAHAN AGREGAT LIMBAH PLASTIK TERHADAP KUAT TEKAN BETON*. Makassar. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Martland Giovano, dkk. 2011. *PEMILIHAN ALTERNATIF PEMANFAATAN LIMBAH ASPAL DENGAN MENGGUNAKAN ANALYSIS HIERARCHY PROCESS*. Depok. Vol. 4 Oktober 2011. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma.
- Muliyadi. 2019. *ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH ABU SABUT KELAPA MELALUI METODE WET CURING*. Gowa. Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Munthe Sonia Sonita. 2019. *PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT TERHADAP KUAT TARIK BELAH DENGAN FAS 0,3 DAN 0,5*. Medan. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- Prawiro Bangun, Pasca Nugraha. 2014. *PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BETON SEBAGAI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN ASPAL PORUS DENGAN TAMBAHAN GILSONITE*. Malang. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Revisdah, Utari Ririn. 2018. *PEMANFAATAN LIMBAH KERAMIK TERHADAP KUAT TEKAN BETON*. Palembang. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Rismayasari Yessi, Utari, Santosa Usman. 2012. *Pembuatan Beton dengan Campuran Limbah Plastik dan Karakteristiknya*. Surakarta. Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret.
- Rommel Erwin. 2013. *PEMBUATAN BETON RINGAN DARI AGGREGAT BUATAN BERBAHAN PLASTIK*. Malang. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.

- Safrizal Eka Candra, Djuniati Sri, Alwinda Yosi. 2017. *PENGARUH PENGGUNAAN PASIR MENGGALA KABUPATEN ROKAN HILIR PADA CAMPURAN LASTON LAPIS AUS*. Pekanbaru. Jom FTEKNIK Volume 4 No. 1 Februari 2017. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Santoso Indriani, Roy Salil Kumar. 2003. *PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON*. Surabaya. DIMENSI TEKNIK SIPIL VOL 5, NO. 2, September 2003: 75 – 81. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra.
- Soelarso, Baehaki, Sidik Nur Fatah. 2016. *PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON NORMAL TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITA*. Banten. Jurnal Fondasi, Volume 5 No 2. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Wisnuseputro Regianto. 2009. *PERILAKU SUSUT, KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON AGREGAT KASAR KACA*. Depok. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.



LAMPIRAN 1

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (CHIPPING)

| Berat Sampel Chipping : 2000 Gr | | | | | |
|---------------------------------|--------------|---------------------|----------|---------------------|------------------|
| Ukuran Lubang Saringan (mm) | Saringan no. | Berat Tertahan (gr) | %Terahan | %Tertahan Kumulatif | %Lolos Kumulatif |
| 37.5 | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100 |
| 19 | 3/4 " | 698.75 | 35 | 35 | 65 |
| 9.5 | 3/8 " | 901.82 | 45 | 80 | 20 |
| 4.75 | 4 | 388.67 | 19.45 | 99.45 | 0.55 |
| 2.36 | 8 | 10.76 | 0.55 | 100 | 0.00 |
| 1.18 | 16 | 0.00 | 0.00 | 100 | 0.00 |
| 0.3 | 50 | 0.00 | 0.00 | 100 | 0.00 |
| 0.15 | 100 | 0.00 | 0.00 | 100 | 0.00 |
| Jumlah | | 2000 | 100 | 614.45 | - |

$$\text{Gradasi Agregat Kasar} = \frac{\Sigma \% \text{ tertahan kumulatif}}{\Sigma \% \text{ tertahan}} = \frac{614.45}{100} = 6,145 \%$$

Setelah dilakukan pengujian analisa saringan, gradasi butir agregat kasar yang digunakan telah memenuhi syarat SK SNI S-04-1989-F yaitu 6 - 7,10. Dengan hasil uji yakni 6,145%. Sehingga agregat kasar ini dapat digunakan untuk bahan campuran beton.



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT KASAR
(CHIPPING)**

Berat contoh chipping kering oven (Bk) = 2.000 Gram

Berat kerikil permukaan (Bj) = 2.055 Gram

Berat kerikil kering permukaan jenuh dalam air (Bt) = 1.305 Gram

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Curah} &= \frac{Bk}{Bj - Bt} \\ &= \frac{2.000}{2.055 - 1.305} = \frac{2.000}{750} = 2,67\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)} &= \frac{Bj}{Bj - Bt} \\ &= \frac{2.055}{2.055 - 1.305} = \frac{2.055}{750} = 2,74\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Semu} &= \frac{Bk}{Bk - Bt} \\ &= \frac{2.000}{2.000 - 1.305} = \frac{2.000}{695} = 2,88\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan Air} &= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{2.055 - 2.000}{2.000} \times 100\% = 2,75 \%\end{aligned}$$

Berdasarkan standart berat jenis SNI 1970:2008 yaitu 1,6 - 3,3 dengan nilai penyerapan air yang disyaratkan adalah 0,2% - 4,0%. Dari hasil pengujian sampel diatas, dapat disimpulkan bahwa berat jenis agregat kasar yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan. Yakni dengan nilai Berat Jenis Curah 2,67, Berat Jenis SSD 2,74 dan Berat Jenis Semu 2,88. Dan untuk penyerapan air yang diperoleh dari hasil pengujian adalah 2,75%. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR (CHIPPING)

| Kode | Keterangan | Hasil |
|---|-------------------------|--------------|
| A | Berat wadah | 275 gr |
| B | Berat wadah + benda uji | 1275 gr |
| C | Berat benda uji | 1000 gr |
| D | Berat benda uji kering | 985 gr |
| Kadar air = $\frac{C-D}{C} \times 100 \%$ | | 1,50% |

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa kadar air agregat kasar memenuhi standar 0,5 - 2,0% (SNI 03-1971-1190) dengan nilai hasil pengujian yaitu 1,50%. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR (CHIPPING)

| Kode | Keterangan | Hasil |
|--|-----------------------------|--------------|
| A | Berat kering sebelum dicuci | 1000 gr |
| B | Berat kering setelah dicuci | 998.8 gr |
| Kadar lumpur = $\frac{A-B}{A} \times 100 \%$ | | 0,12 % |

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa kadar lumpur agregat kasar memenuhi standar SK SNI S-04-1989-F yaitu maksimal 1% dengan nilai hasil pengujian 0,12 %. Hal ini terjadi karena sebelum digunakan sebagai bahan pencampur beton, agregat kasar/chipping terlebih dahulu dicuci agar material yang didapat bersih dari kotoran sehingga bahan material yang digunakan lebih steril dan beton hasil pencampuran yang didapat bisa lebih kuat.



PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR (CHIPPING)

| Kode | Keterangan | Padat | Lepas |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|
| A | Volume Mould (L) | 1,57 | 1,57 |
| B | Berat Mould (Kg) | 6,07 | 6,07 |
| C | Berat Mould + Benda Uji (Kg) | 8,75 | 8,55 |
| D | Berat Benda Uji (C- B) (Kg) | 2,68 | 2,48 |
| Berat Volume = $\frac{D}{A}$ Kg/L | | 1,70 | 1,58 |

Berdasarkan SNI 03-4808-1998, dari hasil pengujian sampel diatas dapat dilihat bahwa berat volume padat pada agregat kasar memenuhi syarat yaitu antara 1,6 - 1,9 Kg/L. Dengan nilai hasil pengujian yakni 1,70 Kg/L. Tetapi berat volume lepas agregat kasar tidak memenuhi syarat, yakni dengan nilai hasil pengujian 1,58 Kg/L.



PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS (PASIR)

| Berat Sampel Pasir : 1000 Gr | | | | | |
|------------------------------|--------------|---------------------|----------|---------------------|------------------|
| Ukuran Lubang Saringan (mm) | Saringan no. | Berat Tertahan (gr) | %Terahan | %Tertahan Kumulatif | %Lolos Kumulatif |
| 9.50 | 3/8 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100 |
| 4.75 | 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100 |
| 2.36 | 8 | 175 | 17,5 | 17,5 | 82,5 |
| 1.70 | 14 | 193 | 19,3 | 36,8 | 63,2 |
| 1.18 | 16 | 284 | 28,4 | 65,2 | 34,8 |
| 0.15 | 100 | 348 | 34,8 | 100 | 0,00 |
| Jumlah | | 1000 | 100 | 219,5 | - |

$$\text{Gradasi Agregat Halus} = \frac{\Sigma \% \text{ tertahan kumulatif}}{\Sigma \% \text{ tertahan}} = \frac{219,5}{100} = 2,195 \%$$

Modulus kehalusan didefinisikan sebagai nilai kehalusan distribusi butiran. Kegunaan dari modulus halus butir ini sendiri ialah untuk mempengaruhi kelecakan (workability) dari beton segar. Dari hasil pengujian saringan, diatas dapat dilihat bahwa agregat halus pasir sudah sesuai standar SNI 03-2834-1992 dengan interval modulus halus butir berada antara 1,5 - 3,8. Dengan hasil uji yakni 2,195%. Sehingga agregat halus ini dapat digunakan untuk bahan campuran beton.



**PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT HALUS
(PASIR)**

Berat contoh pasir (Bs) = 500 Gram

Berat contoh pasir kering oven (Bk) = 495 Gram

Berat gelas ukur + air (B) = 810 Gram

Berat gelas ukur + contoh pasir + air (Bt) = 1.045 Gram

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Curah} &= \frac{Bk}{B + Bs - Bt} \\ &= \frac{495}{810 + 500 - 1.045} = \frac{495}{265} = 1,87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)} &= \frac{Bs}{B + Bs - Bt} \\ &= \frac{500}{810 + 500 - 1.045} = \frac{500}{265} = 1,89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Semu} &= \frac{Bk}{B + Bk - Bt} \\ &= \frac{495}{810 + 495 - 1.045} = \frac{495}{260} = 1,90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{Bs - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 495}{495} \times 100\% = 1,01\% \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 1970:2008, nilai interval untuk berat jenis agregat halus antara 1,6 - 3,3. Sedangkan nilai penyerapan yang baik untuk agregat halus adalah 0,2% - 2,0%. Dapat dilihat bahwa nilai berat jenis dan penyerapan agregat halus pasir yang didapat melalui pengujian telah memenuhi standar. Yakni dengan nilai Berat Jenis Curah 1,87, Berat Jenis SSD 1,89 dan Berat Jenis Semu 1,90. Dan untuk penyerapan air yang diperoleh dari hasil pengujian adalah 1,01%. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS (PASIR)

| Kode | Keterangan | Hasil |
|---|-------------------------|--------------|
| A | Berat wadah | 260 gr |
| B | Berat wadah + benda uji | 1260 gr |
| C | Berat benda uji | 1000 gr |
| D | Berat benda uji kering | 955 gr |
| Kadar Air = $\frac{C-D}{C} \times 100 \%$ | | 4,50% |

Dari hasil pengujian sampel pasir diatas, dapat dilihat bahwa kadar air agregat halus pasir memenuhi standar SNI 03-1971-1990 yaitu berada antara 2,0 - 5,0% dengan nilai hasil pengujian 4,50%.



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS (PASIR)

| Kode | Keterangan | Hasil |
|--|-----------------------------|--------------|
| A | Berat kering sebelum dicuci | 1000 |
| B | Berat kering setelah dicuci | 982,8 |
| Kadar lumpur = $\frac{A-B}{A} \times 100 \%$ | | 1,72% |

Dari hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa kadar lumpur agregat halus pasir memenuhi standar SK SNI S-04-1989-F yaitu maksimal 5% dengan nilai hasil pengujian 1,72%. Hal ini dikarenakan agregat halus/pasir yang digunakan sebagai bahan pencampur beton dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan, sehingga beton hasil pencampuran yang didapatkan nantinya bisa jauh lebih kuat dibandingkan beton hasil campuran pasir yang memiliki banyak kandungan lumpur.



PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS (PASIR)

| Kode | Keterangan | Padat | Lepas |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|
| A | Volume Mould (L) | 1,57 | 1,57 |
| B | Berat Mould (Kg) | 6,07 | 6,07 |
| C | Berat Mould + Benda Uji (Kg) | 8,54 | 8,38 |
| D | Berat Benda Uji (C- B) (Kg) | 2,47 | 2,31 |
| Berat Volume = $\frac{D}{A}$ Kg/L | | 1,57 | 1,47 |

Dari hasil pengujian sampel diatas, berdasarkan SNI 03-4808-1998 dapat dilihat bahwa berat volume lepas dan padat agregat halus pasir memenuhi syarat yaitu berkisar 1,4 - 1,9 Kg/L. Dengan nilai hasil pengujian yakni 1,57 untuk berat volume padat dan 1,47 untuk berat volume lepas.



PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN LIMBAH ASPAL BETON

| Berat Sampel Chipping : 2000 Gr | | | | | |
|---------------------------------|--------------|---------------------|----------|---------------------|------------------|
| Ukuran Lubang Saringan (mm) | Saringan no. | Berat Tertahan (gr) | %Terahan | %Tertahan Kumulatif | %Lolos Kumulatif |
| 37.5 | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100 |
| 19 | 3/4 " | 695,77 | 34,8 | 34,8 | 65,2 |
| 9.5 | 3/8 " | 900,83 | 45,06 | 79,86 | 20,14 |
| 4.75 | 4 | 389,57 | 19,45 | 99,31 | 0,69 |
| 2.36 | 8 | 13,83 | 0,69 | 100 | 0.00 |
| 1.18 | 16 | 0.00 | 0.00 | 100 | 0.00 |
| 0.3 | 50 | 0.00 | 0.00 | 100 | 0.00 |
| 0.15 | 100 | 0.00 | 0.00 | 100 | 0.00 |
| Jumlah | | 2.000 | 100 | 613,97 | - |

$$\text{Gradasi Kekasaran LAB} = \frac{\Sigma \% \text{tertahan kumulatif}}{\Sigma \% \text{tertahan}} = \frac{613,97}{100} = 6,14\%$$

Setelah dilakukan pengujian analisa saringan, gradasi butir agregat kasar yang digunakan memenuhi syarat SK SNI S-04-1989-F yaitu antara 6 - 7,10. Dengan nilai hasil pengujian yakni 6,14%. Sehingga agregat ini dapat digunakan untuk bahan campuran beton.



PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT KASAR

(LAB)

Berat contoh LAB kering oven (Bk) = 2.000 Gram

Berat LAB permukaan (Bj) = 2.020 Gram

Berat LAB kering permukaan jenuh dalam air (Bt) = 1.220 Gram

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Curah} &= \frac{Bk}{Bj - Bt} \\ &= \frac{2.000}{2.020 - 1.220} = \frac{2.000}{800} = 2,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)} &= \frac{Bj}{Bj - Bt} \\ &= \frac{2.020}{2.020 - 1.220} = \frac{2.020}{800} = 2,53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Semu} &= \frac{Bk}{Bk - Bt} \\ &= \frac{2.000}{2.000 - 1.220} = \frac{2.000}{780} = 2,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{2.020 - 2.000}{2.000} \times 100\% = 1,00\% \end{aligned}$$

Berdasarkan standart berat jenis SNI 1970:2008 yaitu 1,6 - 3,3 dengan nilai penyerapan air yang disyaratkan adalah 0,2% - 4,0%. Dari hasil pengujian sampel diatas, dapat disimpulkan bahwa berat jenis agregat kasar yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan. Yakni dengan nilai Berat Jenis Curah 2,50, Berat Jenis SSD 2,53 dan Berat Jenis Semu 2,56. Dan untuk penyerapan air yang diperoleh dari hasil pengujian adalah 1,00%. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



PEMERIKSAAN KADAR AIR LIMBAH ASPAL BETON

| Kode | Keterangan | Hasil |
|---|-------------------------|--------------|
| A | Berat wadah | 260 gr |
| B | Berat wadah + benda uji | 1260 gr |
| C | Berat benda uji | 1000 gr |
| D | Berat benda uji kering | 990 gr |
| Kadar Air = $\frac{C-D}{C} \times 100 \%$ | | 1,00% |

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa kadar air agregat kasar memenuhi standar 0,5 - 2,0% (SNI 03-1971-1190) dengan nilai hasil pengujian yaitu 1,00%.



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR LIMBAH ASPAL BETON

| Kode | Keterangan | Hasil |
|--|--------------------------------|--------------|
| A | Berat kering sebelum dicuci | 1000 |
| B | Berat kering setelah dicuci | 998,1 |
| Kadar lumpur = $\frac{A-B}{A} \times 100 \%$ | | 0,19% |

Berdasarkan hasil pengujian sampel diatas, dapat dilihat bahwa kadar lumpur limbah aspal beton memenuhi standar SK SNI S-04-1989-F yaitu maksimal 1% dengan nilai hasil pengujian 0,19%.



PEMERIKSAAN BERAT VOLUME LIMBAH ASPAL BETON

| Kode | Keterangan | Padat | Lepas |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|
| A | Volume Mould (L) | 1,57 | 1,57 |
| B | Berat Mould (Kg) | 6,07 | 6,07 |
| C | Berat Mould + Benda Uji (Kg) | 8,66 | 8,49 |
| D | Berat Benda Uji (C- B) (Kg) | 2,59 | 2,42 |
| Berat Volume = $\frac{D}{A}$ Kg/L | | 1,65 | 1,54 |

Berdasarkan SNI 03-4808-1998, dari hasil pengujian sampel diatas dapat dilihat bahwa berat volume padat pada limbah aspal beton memenuhi syarat yaitu berkisar antara 1,6 - 1,9 Kg/L. Dengan nilai hasil pengujian yakni 1,65 Kg/L. Akan tetapi berat volume lepas pada limbah aspal beton tidak memenuhi syarat yakni dengan nilai hasil pengujian 1,54 Kg/L.



REKAPITULASI HASIL UJI KARAKTERISTIK MATERIAL

| No | Jenis Pengujian | Hasil Pengujian | | |
|----|----------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| | | Agregat Kasar | Agregat Halus | Limbah Aspal Beton |
| 1 | Kadar Air | 1,50% | 4,50% | 1,00% |
| 2 | Kadar Lumpur | 0,12% | 1,72% | 0,19% |
| 3 | Kadar Organik | - | - | - |
| 4 | Berat Jenis : | | | |
| | a. Berat Jenis Curah | 2,67 | 1,87 | 2,50 |
| | b. Berat Jenis SSD | 2,74 | 1,89 | 2,53 |
| | c. Berat Jenis Semu | 2,88 | 1,90 | 2,56 |
| 5 | Penyerapan Air | 2,75% | 1,01% | 1,00% |
| 6 | Modulus Kekasaran | 6,145% | - | 6,14% |
| 7 | Modulus Kehalusan | - | 2,195% | - |
| 8 | Berat Volume Lepas | 1,58 | 1,47 | 1,54 |
| 9 | Berat Volume Padat | 1,70 | 1,57 | 1,65 |



LAMPIRAN 2

PENGGABUNGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

| Ukuran Saringan | | | | % Lolos Saringan/ Ayakan | | |
|---|-----|--------|--------|--------------------------|-------------|--------------|
| (Ayakan) | | | | Ukuran Maks. | Ukuran Maks | Ukuran Maks. |
| mm | SNI | ASTM | inch | 10 mm | 20 mm | 40 mm |
| 75,0 | 76 | 3 in | 3,00 | | | 100 – 100 |
| 37,5 | 38 | 1 ½ in | 1,50 | | 100 – 100 | 95 – 100 |
| 19,0 | 19 | ¾ in | 0,75 | 100 – 100 | 95 – 100 | 35 – 70 |
| 9,5 | 9,6 | ¾ in | 0,3750 | 50 – 85 | 30 – 60 | 10 – 40 |
| 4,75 | 4,8 | no.4 | 0,1870 | 0 - 10 | 0 – 10 | 0 – 5 |
| Tabel Gradasi Agregat Kasar (SNI 03-2834-2000) | | | | | | |

| Ukuran Saringan | | | | % Lolos Saringan / Ayakan | | | | |
|---|------|---------|--------|---------------------------|---------------|------------------|---------------|--|
| | | | | SNI 03-2834-2000 | | | | ASTM C-33 |
| (Ayakan) | | | | Pasir Kasar | Pasir Sedang | Pasir Agak Halus | Pasir Halus | Fine Aggregate |
| mm | SNI | ASTM | inch | Gradasi No. 1 | Gradasi No. 2 | Gradasi No. 3 | Gradasi No. 4 | Sieve Anaysis |
| 9,50 | 9,6 | ¾ in | 0,3750 | 100 – 100 | 100 – 100 | 100 – 100 | 100 – 100 | 100 – 100 |
| 4,75 | 4,8 | No. 4 | 0,1870 | 90 – 100 | 90 – 100 | 90 – 100 | 95 – 100 | 95 – 100 |
| 2,36 | 2,4 | No. 8 | 0,0937 | 60 – 95 | 75 – 100 | 85 – 100 | 95 – 100 | 80 – 100 |
| 1,18 | 1,2 | No. 16 | 0,0469 | 30 – 70 | 55 – 90 | 75 – 100 | 90 – 100 | 50 – 85 |
| 0,60 | 0,6 | No. 30 | 0,0234 | 15 – 34 | 35 – 59 | 60 – 79 | 80 – 100 | 25 – 60 |
| 0,30 | 0,3 | No. 50 | 0,0117 | 5 – 20 | 8 – 30 | 12 – 40 | 15 – 50 | 5 – 30 |
| 0,15 | 0,15 | No. 100 | 0,0059 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 15 | 0 – 10 |
| Table Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33) | | | | | | | | The fine aggregate shall have not more than 45% passing any sieve and retained on the next consecutive sieve |



| Ukuran Saringan | | | | % Lolos Saringan / Ayakan | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|---------|--------|---------------------------|-----|-----|-----|-------------------------|-----|-----|-----|-------------------------|-----|-----|-----|--|
| | | | | SNI 03 – 2834 – 2000 | | | | | | | | | | | | |
| Ayakan | | | | Ukuran Butir Maks 40 mm | | | | Ukuran Butir Maks 20 mm | | | | Ukuran Butir Maks 10 mm | | | | |
| mm | SNI | ASTM | inch | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 37,5 | 38 | 1 ½” | 1,50 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | | | | | | | |
| 19 | 19 | ¾” | 0,75 | 50 | 59 | 67 | 75 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | | | |
| 9,5 | 9,6 | ⅜” | 0,3750 | 36 | 44 | 52 | 60 | 45 | 55 | 65 | 75 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 4,75 | 4,8 | No. 4 | 0,1870 | 24 | 32 | 40 | 47 | 30 | 35 | 42 | 48 | 30 | 45 | 60 | 75 | |
| 2,36 | 2,4 | No. 8 | 0,0937 | 18 | 25 | 31 | 38 | 23 | 28 | 35 | 42 | 20 | 33 | 46 | 60 | |
| 1,18 | 1,2 | No. 16 | 0,0469 | 12 | 17 | 24 | 30 | 16 | 21 | 28 | 34 | 16 | 26 | 37 | 46 | |
| 0,6 | 0,6 | No. 30 | 0,0234 | 7 | 12 | 17 | 23 | 9 | 14 | 21 | 27 | 12 | 19 | 28 | 34 | |
| 0,3 | 0,3 | No. 50 | 0,0117 | 3 | 7 | 11 | 15 | 2 | 3 | 5 | 12 | 4 | 8 | 14 | 20 | |
| 0,15 | 0,15 | No. 100 | 0,0059 | 0 | 2 | 4 | 6 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 1 | 3 | 6 | |

Tabel Gradasi Campuran (SNI 03 - 2834 - 2000)



Cara Analitis

$$Y_{izin} = [a\% \text{ Pasir} \times Y_a] + [b\% \text{ Kerikil} \times Y_b]$$

Penentuan nilai a dan b

$$y = \frac{a}{100} \cdot y_a + \frac{b}{100} \cdot y_b$$

$$b = 100 - a$$

$$= a (y_a - y_b) + 100 \cdot y_b$$

$$a = \frac{y - y_b}{y_a - y_b} \times 100\%$$

Dimana :

y = Presentase kumulatif agregat gabungan lolos pada masing-masing saringan

y_a = Presentase kumulatif pasir yang lolos pada masing- masing saringan

y_b = Presentase kumulatif kerikil yang lolos pada masing-masing saringan

a = Presentase pasir untuk penggabungan agregat

b = Presentase kerikil untuk penggabungan agregat



Tabel Analisis Saringan Agregat Kasar

| Berat Sampel Chipping : 2000 Gr | | | | | |
|---------------------------------|--------------|---------------------|----------|---------------------|------------------|
| Ukuran Lubang Saringan (mm) | Saringan no. | Berat Tertahan (gr) | %Terahan | %Tertahan Kumulatif | %Lolos Kumulatif |
| 37,5 | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100 |
| 19 | 3/4 " | 698,75 | 35 | 35 | 65 |
| 9,5 | 3/8 " | 901,82 | 45 | 80 | 20 |
| 4,75 | 4 | 388,67 | 19,45 | 99,45 | 0,55 |
| 2,36 | 8 | 10,76 | 0,55 | 100 | 0,00 |
| 1,18 | 16 | 0,00 | 0,00 | 100 | 0,00 |
| 0,3 | 50 | 0,00 | 0,00 | 100 | 0,00 |
| 0,15 | 100 | 0,00 | 0,00 | 100 | 0,00 |
| Jumlah | | 2000 | 100 | 614,45 | - |

Tabel Analisis Saringan Agregat Halus

| Berat Sampel Pasir : 1000 Gr | | | | | |
|------------------------------|--------------|---------------------|----------|---------------------|------------------|
| Ukuran Lubang Saringan (mm) | Saringan no. | Berat Tertahan (gr) | %Terahan | %Tertahan Kumulatif | %Lolos Kumulatif |
| 9,50 | 3/8 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100 |
| 4,75 | 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100 |
| 2,36 | 8 | 175 | 17,5 | 17,5 | 82,5 |
| 1,18 | 14 | 193 | 19,3 | 36,8 | 63,2 |
| 0,3 | 16 | 284 | 28,4 | 65,2 | 34,8 |
| 0,15 | 100 | 348 | 34,8 | 100 | 0,00 |
| Jumlah | | 1000 | 100 | 219,5 | - |



Penggabungan Agregat

| Ukuran Lubang Saringan (mm) | Saringan no. | %Lolos Kumulatif | |
|-----------------------------|--------------|------------------|---------------|
| | | Agregat Kasar | Agregat Halus |
| 37.5 | - | 100 | 100 |
| 19 | 3/4 " | 65 | 100 |
| 9.5 | 3/8 " | 20 | 100 |
| 4.75 | 4 | 0,55 | 100 |
| 2.36 | 8 | 0,00 | 82,5 |
| 1.18 | 16 | 0,00 | 63,2 |
| 0.3 | 50 | 0,00 | 34,8 |
| 0.15 | 100 | 0,00 | 0,00 |

Ukuran Agregat Maksimum 20 mm

| Ukuran Lubang Saringan (mm) | Saringan no. | %Lolos Kumulatif |
|-----------------------------|--------------|------------------|
| | | Gabungan Agregat |
| 37.5 | - | 100 |
| 19 | 3/4 " | 100 |
| 9.5 | 3/8 " | 45-75 |
| 4.75 | 4 | 30-48 |
| 2.36 | 8 | 23-42 |
| 1.18 | 16 | 16-34 |
| 0.3 | 50 | 2-12 |
| 0.15 | 100 | 0-4 |



➤ Perhitungan untuk #1 ½ in (37.5)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin(1)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{100 - 100}{100 - 100} \times 100\% \\ &= \frac{0}{0} \times 100\% \\ &= \sim \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin(2)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{100 - 100}{100 - 100} \times 100\% \\ &= \frac{0}{0} \times 100\% \\ &= \sim \end{aligned}$$

➤ Perhitungan untuk # 3/4 in (19.0)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin(1)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{100 - 65}{100 - 65} \times 100\% \\ &= \frac{35}{35} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin(2)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{100 - 65}{100 - 65} \times 100\% \\ &= \frac{35}{35} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

➤ Perhitungan untuk # 3/8 in (9.50)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin(1)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{45 - 20}{100 - 20} \times 100\% \\ &= \frac{25}{80} \times 100\% \\ &= 31,25\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin(2)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{75 - 20}{100 - 20} \times 100\% \\ &= \frac{55}{80} \times 100\% \\ &= 68,75\% \end{aligned}$$

➤ Perhitungan untuk #4 (4.75)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin(1)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{30 - 0,55}{100 - 0,55} \times 100\% \\ &= \frac{29,45}{99,45} \times 100\% \\ &= 29,61\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin(2)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{48 - 0,55}{100 - 0,55} \times 100\% \\ &= \frac{47,45}{99,45} \times 100\% \\ &= 47,71\% \end{aligned}$$

➤ Perhitungan untuk #8 (2.36)

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{Y_{izin(1)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{23 - 0}{82,5 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{23}{82,5} \times 100\% \\ &= 27,88\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{Y_{izin(2)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\ &= \frac{42 - 0}{82,5 - 0} \times 100\% \\ &= \frac{306}{83,88} \times 100\% \\ &= 50,90\% \end{aligned}$$



➤ Perhitungan untuk #16 (1.18)

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \frac{Y_{izin(1)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\
 &= \frac{16 - 0}{63,2 - 0} \times 100\% \\
 &= \frac{16}{63,2} \times 100\% \\
 &= 25,32\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_2 &= \frac{Y_{izin(2)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\
 &= \frac{34 - 0}{63,2 - 0} \times 100\% \\
 &= \frac{34}{63,2} \times 100\% \\
 &= 53,80\%
 \end{aligned}$$

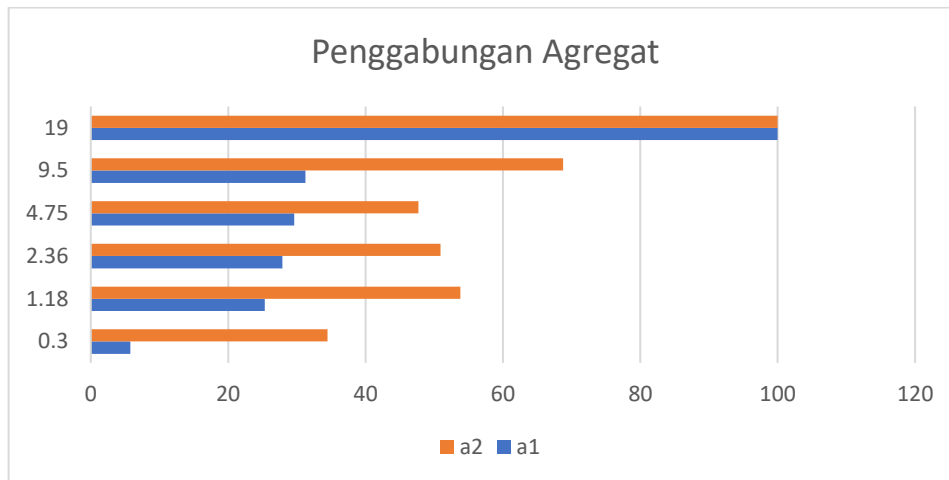
➤ Perhitungan untuk #50 (0.3)

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \frac{Y_{izin(1)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\
 &= \frac{2 - 0}{34,8 - 0} \times 100\% \\
 &= \frac{2}{34,8} \times 100\% \\
 &= 5,75\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_2 &= \frac{Y_{izin(2)} - Y_b}{y_a - y_b} \times 100\% \\
 &= \frac{12 - 0}{34,8 - 0} \times 100\% \\
 &= \frac{12}{34,8} \times 100\% \\
 &= 34,48\%
 \end{aligned}$$

TABEL HASIL PERHITUNGAN

| NO. | | Yizin | Yizin | Ya | Yb | a1 | a2 |
|----------|------|-------|-------|------|------|--------|--------|
| SARINGAN | | (1) | (2) | | | | |
| 1 ½" | 37,5 | 100 | 100 | 100 | 100 | ~ | ~ |
| ¾" | 19 | 100 | 100 | 100 | 65 | 100% | 100% |
| ⅜" | 9,5 | 65 | 75 | 100 | 20 | 31,25% | 68,75% |
| 4 | 4,75 | 42 | 48 | 100 | 0,55 | 29,61% | 47,71% |
| 8 | 2,36 | 35 | 42 | 82,5 | 0,00 | 27,88% | 50,90% |
| 16 | 1.18 | 28 | 34 | 63,2 | 0,00 | 25,32% | 53,80% |
| 50 | 0,3 | 5 | 12 | 34,8 | 0,00 | 5,75% | 34,48% |



Diperoleh :

a1 = 31,25%  a1

a2 = 34,48%  a2

maka nilai a diambil dari rata-rata

$$a = \frac{a1+a2}{2} \qquad b = 100\% - a$$
$$= \frac{31,25+34,48}{2} \qquad = 100\% - 32,87\%$$
$$= 32,87\% \qquad = 67,13\%$$

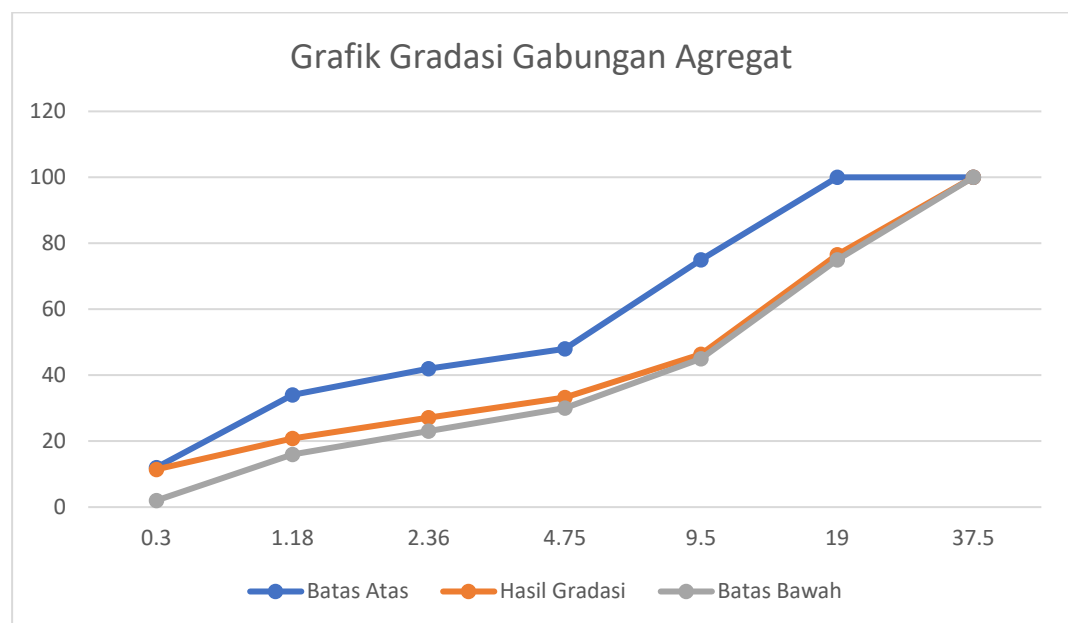


Perhitungan penggabungan agregat halus dan agregat kasar

$a = 32,87\%$

$b = 67,13\%$

| NO. SARINGAN | Y halus | Y kasar | $\frac{a \times Y \text{ halus}}{100}$ | $\frac{b \times Y \text{ kasar}}{100}$ | Gradasi Agregat Gabungan | Spesifikasi Penggabungan Agregat |
|--------------|---------|---------|--|--|--------------------------|----------------------------------|
| 1 ½" | 37,5 | 100 | 32,87 | 67,13 | 100 | 100 |
| ¾" | 19 | 100 | 32,87 | 43,63 | 76,50 | 75-100 |
| ⅜" | 9,5 | 100 | 32,87 | 13,43 | 46,30 | 45-75 |
| 4 | 4,75 | 100 | 32,87 | 0,37 | 33,24 | 30-48 |
| 8 | 2,36 | 82,5 | 27,12 | 0 | 27,12 | 23-42 |
| 16 | 1,18 | 63,2 | 20,77 | 0 | 20,77 | 16-34 |
| 50 | 0,3 | 34,8 | 11,44 | 0 | 11,44 | 2-12 |



Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil Analisa gabungan agregat berada diantara batas gradasi maksimum dan minimum sehingga agregat kasar dan agregat halus memenuhi syarat analisa penggabungan agregat yang ideal.



LAMPIRAN 3

RANCANG CAMPURAN BEOTN

(CONCRETE MIX DESIGN)

Data :

| | |
|--|-------------------------|
| 16) F'c | = 20,54 MPa |
| 17) Slump | = cm |
| 18) Modulus kehalusan pasir | = 2,195 % |
| 19) Modulus kekasaran kerikil | = 6,145 % |
| 20) Ukuran maksimum ageregat | = 20 mm |
| 21) Berat jenis spesifik SSD pasir | = 1,89 |
| 22) Berat jenis spesifik SSD batu pecah | = 2,74 |
| 23) Kadar air pasir (Wp) | = 4,50 % |
| 24) Penyerapan air pasir (Rp) | = 1,01 % |
| 25) Kadar air batu pecah (Wk) | = 1,50 % |
| 26) Penyerapan air batu pecah (Rk) | = 2,75 % |
| 27) Persentase gabungan terbaik | |
| o Pasir (a) | = 32,87 % (0,33) |
| o Batu pecah (b) | = 67,13 % (0,67) |
| 28) Berat volume kering lepas pasir | = 1,47 Kg/L |
| 29) Berat volume kering lepas batu pecah | = 1,58 Kg/L |
| 30) Volume silinder Ø 10 cm x 20 cm | = 0,0016 m ³ |



Metode DOE (*Development Of Environment*)

1. Menentukan deviasi standar (Sr)

Berdasarkan nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu 20,75 MPa

Tabel. Mutu pelaksanaan, Volume Adukan dan Deviasi Standar

| Volume Pekerjaan | | Deviasi Standart sd (MPa) | | |
|------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|
| Sebutan | Volume Beton (m ³) | Mutu Pekerjaan | | |
| | | Baik sekali | Baik | Dapat diterima |
| Kecil | < 1000 | $4.5 < s \leq 5.5$ | $5.5 < s \leq 6.5$ | $6.5 < s \leq 8.5$ |
| Sedang | 1000-3000 | $3.5 < s \leq 4.5$ | $4.5 < s \leq 5.5$ | $5.5 < s \leq 7.5$ |
| Besar | >3000 | $2.5 < s \leq 3.5$ | $3.5 < s \leq 4.5$ | $4.5 < s \leq 6.5$ |

Sumber : PBI-1971 Pasal 3.3.1 ayat

Dengan data volume pekerjaan yang akan dikerjakan sebesar 1,57 L x 36 buah benda uji didapatkan volume pekerjaan 56,52 L atau 0,057 m³ dengan pengawasan yang dilakukan dengan baik, maka ditentukan nilai deviasi standar yang dapat digunakan yakni (Sr) = 6 MPa

2. Menghitung nilai margin (M)

$$M = K \times Sr$$

$$K = 1,64$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } M &= K \times Sr \\ &= 1,64 \times 6 \\ &= \mathbf{9,84 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

3. Menghitung kuat tekan rata-rata (f[']cr)

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + M \\ &= 20,75 + 9,84 \\ &= \mathbf{30,59 \text{ MPa}} = 311,93 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

| |
|-----------------------------------|
| 1 MPa = 10,197 kg/cm ² |
|-----------------------------------|

4. Menetapkan type semen

Semen yang digunakan yaitu semen Portland (PCC) type 1

5. Menetapkan type agregat

➤ Agregat Kasar = Batu Pecah / Chipping



➤ Agregat Halus = Pasir

6. Penetapan Faktor Air Semen/FAS (w/c)

$$f'_{cr} = -10 + 20 (c/w)$$

$$30,59 = -10 + 20 (c/w)$$

$$20 (c/w) = 40,59$$

$$c/w = 2,295$$

$$w/c = \mathbf{0,44}$$

7. Penetapan kadar air bebas

Table. Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) 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 |

Catatan : Koreksi suhu udara ;

Untuk suhu di atas 25°C setiap kenaikan 5°C harus ditambah
5 liter air per m^2 adukan beton

Sumber : SNI 03-2834-2000 hal. 8

$$\text{Kadar air} = \left(\frac{2}{3} \times W_f\right) + \left(\frac{1}{3} \times W_c\right)$$

$$\text{Kadar Air Bebas Pasir Alami } (W_f) = 195$$

$$\text{Kadar Air Bebas Batu Pecah } (W_c) = 225$$



$$\begin{aligned}\text{Kadar Air Bebas} &= \left(\frac{2}{3} \times W_f\right) + \left(\frac{1}{3} \times W_c\right) \\ &= \left(\frac{2}{3} \times 195\right) + \left(\frac{1}{3} \times 225\right) \\ &= 130 + 75 \\ &= \mathbf{205 \text{ kg/m}^3}\end{aligned}$$

8. Penetapan kadar semen

$$\begin{aligned}\text{Kadar Semen} &= \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\ &= \frac{205}{0,44} \\ &= \mathbf{465,9 \text{ kg/m}^3}\end{aligned}$$

9. Berat jenis gabungan agregat

$$\begin{aligned}\text{BJ. Gabungan} &= (a \times \text{BJ. Pasir}) + (b \times \text{BJ. Kerikil}) \\ &= (0,33 \times 1,89) + (0,67 \times 2,74) \\ &= 0,62 + 1,84 \\ &= \mathbf{2,46}\end{aligned}$$

10. Berat volume beton segar

$$\begin{aligned}\text{➤ Semen} &= \frac{\text{Kadar Semen}}{\text{Berat Jenis Semen}} = \frac{465,9}{3,15} = \mathbf{147,9 \text{ liter}} \\ \text{➤ Air} &= \frac{\text{Kadar Air}}{\text{Berat Jenis Air}} = \frac{205}{1} = \mathbf{205 \text{ liter}} \\ \text{➤ Agregat} &= 1000 - \text{Vol. Semen} - \text{Vol. Air} - \text{Vol. Udara} \\ &= 1000 - 147,9 - 205 - 40 \\ &= \mathbf{607,1 \text{ liter}}\end{aligned}$$

11. Berat masing-masing agregat

$$\begin{aligned}\text{➤ Berat pasir} &= \frac{a}{100} \times \text{Vol. Agregat} \\ &= 0,33 \times 607,1 = \mathbf{200,34 \text{ liter}} \\ \text{➤ Berat Kerikil} &= \frac{b}{100} \times \text{Vol. Agregat} \\ &= 0,67 \times 607,1 = \mathbf{406,76 \text{ liter}}\end{aligned}$$

$$\mathbf{\text{TOTAL} = 607,1 \text{ liter}}$$



| Material | Density (kg/l) | Volume (l) | Berat (kg) |
|----------|----------------|------------|------------|
| Air | 1,00 | 205 | 205 |
| Semen | 3,15 | 147,90 | 465,9 |
| Pasir | 1,89 | 200,34 | 378,6 |
| Kerikil | 2,74 | 406,76 | 1.114,5 |
| Udara | - | 40 | - |
| | Jumlah | 1000 | 2.164 |

12. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

$$\text{Air (W}_a) = 205 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Semen (W}_s) = 465,9 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir (B}_{SSDP}) = 378,6 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil (B}_{SSDK}) = 1.114,5 \text{ kg/m}^3$$

13. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan (Koreksi secara eksak)

➤ Agregat Halus (Pasir)

$$\begin{aligned} &= B_{SSDP} + (W_p - R_p) \times B_{SSDP} / 100 \\ &= 378,6 + (0,045 - 0,01) \times 378,6 / 100 \\ &= 378,6 + (0,035) 3,786 \\ &= 378,6 + 0,133 \\ &= \mathbf{378,73 \text{ kg/m}^3} \end{aligned}$$

➤ Agregat Kasar (Kerikil)

$$\begin{aligned} &= B_{SSDK} + (W_k - R_k) \times B_{SSDK} / 100 \\ &= 1.114,5 + (0,015 - 0,0275) \times 1.114,5 / 100 \\ &= 1.114,5 + (-0,0125) 11,145 \\ &= 1.114,5 + (-0,139) \\ &= \mathbf{1.114,36 \text{ kg/m}^3} \end{aligned}$$



➤ Air

$$\begin{aligned}
 &= W_a - [(W_p - R_p) \times \frac{B_{SSDP}}{100}] - [(W_k - R_k) \times \frac{B_{SSDK}}{100}] \\
 &= 205 - [(0,045 - 0,01) \times \frac{378,6}{100}] - [(0,015 - 0,0275) \times \\
 &\quad 1.114,5 / 100] \\
 &= 205 - 0,133 - (-0,139) \\
 &= \mathbf{205,01 \text{ kg/m}^3}
 \end{aligned}$$

| Material | Density (kg/l) | Berat (kg) | Volume (l) |
|----------|----------------|------------|------------|
| Air | 1,00 | 205,01 | 205,01 |
| Semen | 3,15 | 465,89 | 147,90 |
| Pasir | 1,89 | 378,73 | 200,39 |
| Kerikil | 2,74 | 1.114,36 | 406,70 |
| Udara | - | - | 40 |
| jumlah | | 2.163,99 | 1000 |

14. Volume benda uji beton $d = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 V &= \pi r^2 t & r &= 0,05 \text{ m} \\
 &= 3,14 \times (0,05)^2 \times 0,2 & t &= 20 \text{ cm} \\
 &= 0,0016 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Untuk setiap variasi 3%, 5%, dan 7% membutuhkan 36 silinder (sampel)

Jadi, volume 36 silinder $= 0,0016 \times 36$
 $= 0,0576 \text{ m}^3$

15. Faktor kehilangan (FK)

Berat masing-masing material untuk 36 silinder dengan Faktor Kehilangan

(FK) yaitu 10% sehingga nilai FK $= 100\% + 10\%$
 $= 110\%$
 $= 1,1$

Jadi, volume untuk 36 silinder/variasi $= 0,0576 \times 1,1$
 $= 0,06336 \text{ m}^3$



16. Perencanaan mix design, sebagai berikut :

- Semen ($465,89 \text{ kg/m}^3$) $= 465,89 \times 0,06336$
 $= \mathbf{29,52 \text{ kg}}$
- Pasir ($378,73 \text{ kg/m}^3$) $= 378,73 \times 0,06336$
 $= \mathbf{24,00 \text{ kg}}$
- Kerikil ($1.114,36 \text{ kg/m}^3$) $= 1.114,36 \times 0,06336$
 $= \mathbf{70,61 \text{ kg}}$
- Limbah Aspal Beton
Untuk variasi 3% $= 3\% \times 70,61$
 $= \mathbf{2,19 \text{ kg}}$
Untuk variasi 5% $= 5\% \times 70,61$
 $= \mathbf{3,53 \text{ kg}}$
Untuk variasi 7% $= 7\% \times 70,61$
 $= \mathbf{4,94 \text{ kg}}$
- Air ($204,96 \text{ kg/m}^3$) $= 205,01 \times 0,06336$
 $= \mathbf{12,99 \text{ kg}}$

| Bahan Beton | Berat/ m^3 Beton (kg) | Rasio terhadap jumlah semen |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Semen | 29,52 | 1 |
| Pasir | 24,00 | 0,81 |
| Kerikil | 70,61 | 2,39 |
| Air | 12,99 | 0,44 |

jadi perbandingannya :

Semen : Pasir : Kerikil : Air

1 : 0,81 : 2,39 : 0,44



➤ Kebutuhan material beton normal (0% Limbah Aspal Beton)

| Kebutuhan material | | | |
|--------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|
| material | Berat untuk 1 sampel (kg) | Berat untuk 1 sampel x koef 1,1 (kg) | Berat untuk 36 sampel (kg) |
| Air | 0,33 | 0,36 | 12,99 |
| Semen | 0,75 | 0,83 | 29,52 |
| Udara | - | - | - |
| Pasir | 0,61 | 0,67 | 24,00 |
| Kerikil | 1,78 | 1,96 | 70,61 |
| Limbah Aspal Beton | 0 | 0 | 0 |

➤ Kebutuhan material beton modifikasi (3% Limbah Aspal Beton)

| Kebutuhan material | | | |
|--------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|
| material | Berat untuk 1 sampel (kg) | Berat untuk 1 sampel x koef 1,1 (kg) | Berat untuk 36 sampel (kg) |
| Air | 0,33 | 0,36 | 12,99 |
| Semen | 0,75 | 0,83 | 29,52 |
| Udara | - | - | - |
| Pasir | 0,61 | 0,67 | 24,00 |
| Kerikil | 1,78 | 1,96 | 70,61 |
| Limbah Aspal Beton | 0,05 | 0,06 | 2,19 |



➤ Kebutuhan material beton modifikasi (5% Limbah Aspal Beton)

| Kebutuhan material | | | |
|--------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|
| material | Berat untuk 1 sampel (kg) | Berat untuk 1 sampel x koef 1,1 (kg) | Berat untuk 36 sampel (kg) |
| Air | 0,33 | 0,36 | 12,99 |
| Semen | 0,75 | 0,83 | 29,52 |
| Udara | - | - | - |
| Pasir | 0,61 | 0,67 | 24,00 |
| Kerikil | 1,78 | 1,96 | 70,61 |
| Limbah Aspal Beton | 0,09 | 0,10 | 3,53 |

➤ Kebutuhan material beton modifikasi (7% Limbah Aspal Beton)

| Kebutuhan material | | | |
|--------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|
| material | Berat untuk 1 sampel (kg) | Berat untuk 1 sampel x koef 1,1 (kg) | Berat untuk 36 sampel (kg) |
| Air | 0,33 | 0,36 | 12,99 |
| Semen | 0,75 | 0,83 | 29,52 |
| Udara | - | - | - |
| Pasir | 0,61 | 0,67 | 24,00 |
| Kerikil | 1,78 | 1,96 | 70,61 |
| Limbah Aspal Beton | 0,13 | 0,14 | 4,94 |



LAMPIRAN 4

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

BETON NORMAL (0%)

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir

Dihitung Oleh : Arnas

Jenis Cetakan : Silinder

Data Bahan : Pasir Alam

Batu Pecah (Chipping)

Semen PCC Tonasa

| No | Waktu | | Kode Benda Uji | Umur | Tinggi | Diameter | Volume Benda Uji | Berat Benda Uji | Berat Jenis Benda Uji | Beban (P) | Kuat Tekan (Fc) | Kuat Tekan Rata-rata (F'cr) | Kuat Tekan (Fc-F'cr) ² | Pola Retak |
|----|-----------|-----------|----------------|------|--------|----------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------|
| | Pembuatan | Pengujian | | Hari | Cm | Cm | Cm ³ | Kg | Kg/L | kN | Mpa | Mpa | Mpa | Type |
| 1 | 22/09/21 | 30/09/21 | B0-7A | 7 | 20,1 | 10,8 | 1,84 | 4,205 | 2285 | 132 | 14,42 | 13,90 | 0,27 | 3 |
| 2 | 22/09/21 | 30/09/21 | B0-7B | 7 | 20,2 | 10,9 | 1,88 | 4,250 | 2256 | 126 | 13,51 | | 0,15 | 3 |



LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636,584 200 Faximile
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----------|--------|----|------|------|------|-------|------|-----|-------|-------|-------|---|
| 3 | 22/09/21 | 30/09/21 | B0-7C | 7 | 20,3 | 10,8 | 1,86 | 4,290 | 2308 | 126 | 13,76 | | 0,02 | 4 |
| 4 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B0-14A | 14 | 20,2 | 10,9 | 1,88 | 4,270 | 2267 | 170 | 18.23 | 16,36 | 3,50 | 4 |
| 5 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B0-14B | 14 | 20,1 | 11,0 | 1,91 | 4,245 | 2224 | 150 | 15.79 | | 0,32 | 3 |
| 6 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B0-14C | 14 | 20,1 | 11,0 | 1,91 | 4,265 | 2234 | 143 | 15.06 | | 1,69 | 2 |
| 7 | 22/09/21 | 21/10/21 | B0-28A | 28 | 20,1 | 11,0 | 1,91 | 4,255 | 2229 | 178 | 18.74 | 19,82 | 1,17 | 4 |
| 8 | 22/09/21 | 21/10/21 | B0-28B | 28 | 20,6 | 10,8 | 1,89 | 4,295 | 2277 | 211 | 23.04 | | 10,37 | 3 |
| 9 | 22/09/21 | 21/10/21 | B0-28C | 28 | 20,4 | 11,0 | 1,94 | 4,265 | 2201 | 168 | 17.69 | | 4,54 | 2 |

Diketahui Penanggung Jawab,

Ketua Lab. Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan

Departemen Arsitektur

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu, M.Eng

NIP. 19520529 19801 1 001



HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

BETON VARIASI LIMBAH ASPAL BETON (3%)

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir

Dihitung Oleh : Arnas

Jenis Cetakan : Silinder

Data Bahan : Pasir Alam

Batu Pecah (Chipping)

Semen PCC Tonasa

| No | Waktu | | Kode Benda Uji | Umur | Tinggi | Diameter | Volume Benda Uji | Berat Benda Uji | Berat Jenis Benda Uji | Beban (P) | Kuat Tekan (Fc) | Kuat Tekan Rata-rata (F'cr) | Kuat Tekan (Fc-F'cr) ² | Pola Retak |
|----|-----------|-----------|----------------|------|--------|----------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------|
| | Pembuatan | Pengujian | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 22/09/21 | 30/09/21 | B3-7A | 7 | 20,0 | 10,7 | 1,80 | 4,280 | 2381 | 126 | 14,02 | 13,77 | 0,06 | 3 |
| 2 | 22/09/21 | 30/09/21 | B3-7B | 7 | 20,2 | 10,9 | 1,88 | 4,215 | 2237 | 122 | 13,08 | | 0,48 | 3 |
| 3 | 22/09/21 | 30/09/21 | B3-7C | 7 | 19,8 | 10,8 | 1,81 | 4,065 | 2242 | 130 | 14,20 | | 0,19 | 4 |



LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636,584 200 Faximile
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----------|--------|----|------|------|------|-------|------|-----|-------|-------|------|---|
| 4 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B3-14A | 14 | 20,0 | 10,8 | 1,83 | 4,190 | 2288 | 160 | 17,47 | 16,06 | 1,99 | 4 |
| 5 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B3-14B | 14 | 19,9 | 11,0 | 1,89 | 4,215 | 2230 | 151 | 15,90 | | 0,03 | 5 |
| 6 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B3-14C | 14 | 20,1 | 10,9 | 1,87 | 4,235 | 2259 | 138 | 14,80 | | 1,59 | 2 |
| 7 | 22/09/21 | 21/10/21 | B3-28A | 28 | 20,2 | 10,8 | 1,85 | 4,190 | 2265 | 172 | 18,79 | 20,05 | 1,59 | 5 |
| 8 | 22/09/21 | 21/10/21 | B3-28B | 28 | 20,1 | 10,9 | 1,87 | 4,170 | 2224 | 210 | 22,52 | | 6,10 | 5 |
| 9 | 22/09/21 | 21/10/21 | B3-28C | 28 | 20,3 | 11,0 | 1,93 | 4,270 | 2215 | 179 | 18,85 | | 1,44 | 4 |

Diketahui Penanggung Jawab,

Ketua Lab. Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan

Departemen Arsitektur

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu, M.Eng

NIP. 19520529 19801 1 001



HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

BETON VARIASI LIMBAH ASPAL BETON (5%)

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir

Dihitung Oleh : Arnas

Jenis Cetakan : Silinder

Data Bahan : Pasir Alam

Batu Pecah (Chipping)

Semen PCC Tonasa

| No | Waktu | | Kode Benda Uji | Umur | Tinggi | Diameter | Volume Benda Uji | Berat Benda Uji | Berat Jenis Benda Uji | Beban (P) | Kuat Tekan (Fc) | Kuat Tekan Rata-rata (F'cr) | Kuat Tekan (Fc-F'cr) ² | Pola Retak |
|----|-----------|-----------|----------------|------|--------|----------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------|
| | Pembuatan | Pengujian | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 22/09/21 | 30/09/21 | B5-7A | 7 | 19,9 | 11,0 | 1,89 | 4,185 | 2214 | 118 | 12,42 | 13,50 | 1,17 | 3 |
| 2 | 22/09/21 | 30/09/21 | B5-7B | 7 | 20,2 | 10,8 | 1,85 | 4,250 | 2298 | 136 | 14,85 | | 1,82 | 4 |
| 3 | 22/09/21 | 30/09/21 | B5-7C | 7 | 19,8 | 10,8 | 1,81 | 4,170 | 2300 | 121 | 13,22 | | 0,08 | 3 |



LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636,584 200 Faximile
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----------|--------|----|------|------|------|-------|------|-----|-------|-------|------|---|
| 4 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B5-14A | 14 | 20,1 | 11,0 | 1,91 | 4,205 | 2202 | 169 | 17,79 | 15,96 | 3,35 | 3 |
| 5 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B5-14B | 14 | 20,1 | 11,1 | 1,94 | 4,300 | 2212 | 149 | 15,41 | | 0,30 | 3 |
| 6 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B5-14C | 14 | 20,2 | 10,9 | 1,88 | 4,245 | 2253 | 137 | 14,69 | | 1,61 | 3 |
| 7 | 22/09/21 | 21/10/21 | B5-28A | 28 | 20,1 | 11,0 | 1,91 | 4,220 | 2210 | 187 | 19,69 | 20,55 | 0,74 | 3 |
| 8 | 22/09/21 | 21/10/21 | B5-28B | 28 | 20,2 | 11,0 | 1,92 | 4,240 | 2210 | 189 | 19,90 | | 0,42 | 3 |
| 9 | 22/09/21 | 21/10/21 | B5-28C | 28 | 20,2 | 10,8 | 1,85 | 4,210 | 2276 | 202 | 22,06 | | 2,28 | 3 |

Diketahui Penanggung Jawab,

Ketua Lab. Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan

Departemen Arsitektur

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu, M.Eng

NIP. 19520529 19801 1 001



HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

BETON VARIASI LIMBAH ASPAL BETON (7%)

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir

Dihitung Oleh : Arnas

Jenis Cetakan : Silinder

Data Bahan : Pasir Alam

Batu Pecah (Chipping)

Semen PCC Tonasa

| No | Waktu | | Kode Benda Uji | Umur | Tinggi | Diameter | Volume Benda Uji | Berat Benda Uji | Berat Jenis Benda Uji | Beban (P) | Kuat Tekan (Fc) | Kuat Tekan Rata-rata (F'cr) | Kuat Tekan (Fc-F'cr) ² | Pola Retak |
|----|-----------|-----------|----------------|------|--------|----------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------|
| | Pembuatan | Pengujian | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 22/09/21 | 30/09/21 | B7-7A | 7 | 20,3 | 10,9 | 1,89 | 4,205 | 2221 | 130 | 13,94 | 12,34 | 2,56 | 3 |
| 2 | 22/09/21 | 30/09/21 | B7-7B | 7 | 20,2 | 10,9 | 1,88 | 4,190 | 2224 | 122 | 13,08 | | 0,55 | 2 |
| 3 | 22/09/21 | 30/09/21 | B7-7C | 7 | 20,0 | 11,0 | 1,90 | 4,165 | 2192 | 95 | 10,00 | | 5,48 | 4 |



LABORATORIUM MATERIAL, STRUKTUR, DAN KONSTRUKSI BANGUNAN
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
Kampus Teknik Gowa Jl. Poros Malino Km 14,5 Tlp. (0411) 587 636,584 200 Faximile
(0411) 585 188, Kode Pos 92171, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----------|--------|----|------|------|------|-------|------|-----|-------|-------|------|---|
| 4 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B7-14A | 14 | 20,0 | 11,0 | 1,90 | 4,220 | 2221 | 138 | 14,53 | 15,16 | 0,40 | 3 |
| 5 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B7-14B | 14 | 20,2 | 10,8 | 1,85 | 4,215 | 2279 | 160 | 17,47 | | 5,34 | 3 |
| 6 | 22/09/21 | 7/10/2021 | B7-14C | 14 | 19,8 | 11,0 | 1,88 | 4,175 | 2220 | 128 | 13,48 | | 2,82 | 3 |
| 7 | 22/09/21 | 21/10/21 | B7-28A | 28 | 19,9 | 10,8 | 1,82 | 4,080 | 2239 | 158 | 17,26 | 18,08 | 0,67 | 3 |
| 8 | 22/09/21 | 21/10/21 | B7-28B | 28 | 20,2 | 10,9 | 1,88 | 4,220 | 2240 | 182 | 19,51 | | 2,05 | 4 |
| 9 | 22/09/21 | 21/10/21 | B7-28C | 28 | 20,7 | 11,1 | 2,00 | 4,310 | 2153 | 169 | 17,47 | | 0,37 | 3 |

Diketahui Penanggung Jawab,

Ketua Lab. Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan

Departemen Arsitektur

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Victor Sampebulu, M.Eng

NIP. 19520529 19801 1 001



LAMPIRAN 5

DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Uji Karakteristik Material



Uji Karakteristik Material



DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Uji Karakteristik Material



Persiapan Limbah Aspal Beton



DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Persiapan Limbah Aspal Beton



Pemberian Kode Pada Benda Uji



Mengukur Benda Uji



DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Menguji Kuat Tekan Beton



Pemotongan Benda Uji



Proses Perawatan Wet Curing