

Pemetaan Kualifikasi Agregat Halus Sebagai Material Konstruksi di Provinsi Sulawesi Utara

Sandri L. Sengkey*, Ever N. Slat, Seska Nicolaas, Nixon S. Mantiri, Ventje B. Slat

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Sulawesi Utara

*Koresponden email: sandri.sengkey@polimdo.ac.id

Diterima: 15 November 2024

Disetujui: 22 November 2024

Abstract

The quality of the concrete mix is influenced by many factors, one of which is the constituent material. Sand, as one of the concrete forming materials, also contributes to improving the quality and performance of concrete. This study aims to determine the physical characteristics of fine aggregates in North Sulawesi Province and their suitability as concrete materials and their implementation in concrete mix design. The research method in the form of laboratory research includes testing of specific gravity and absorption, sieve analysis, organic material content, silt content and unit weight of sand from 20 quarry sites in North Sulawesi Province. The results of the study showed that 15 sand quarries met the specification standards as concrete materials, while 5 quarries did not meet the specification standards, especially in terms of specific gravity and absorption properties, and fineness modulus, which exceeded the maximum specification limit. The sand grading in North Sulawesi is mostly in the rather coarse sand criteria and is in zone 2. The results of this sand qualification are expected to be useful in concrete mix design.

Keywords: *fine aggregate, sand characteristics, mix design, quarry, north sulawesi*

Abstrak

Kualitas campuran beton dipengaruhi banyak faktor, salah satunya faktor bahan pembentuknya. Pasir sebagai salah satu material pembentuk beton, ikut memberi kontribusi dalam peningkatan mutu dan kualitas beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik agregat halus yang ada di Provinsi Sulawesi Utara dan kelayakannya sebagai material pembentuk beton serta implementasinya terhadap disain campuran beton. Metode penelitian berupa penelitian laboratorium meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, analisa ayakan, kandungan bahan organik, kandungan lumpur, dan berat isi terhadap pasir dari 20 lokasi quarry yang ada di Provinsi Sulawesi utara. Hasil penelitian menunjukkan 15 quarry pasir memenuhi standar spesifikasi sebagai material pembentuk beton, sedangkan 5 quarry tidak memenuhi, khususnya terhadap sifat berat jenis dan penyerapan serta modulus kehalusan yang melebihi batas maksimum spesifikasi. Gradasi pasir di Sulawesi Utara paling banyak berada pada kriteria pasir agak kasar dan berada pada zona 2. Hasil kualifikasi pasir ini diharapkan dapat bermanfaat dalam pembuatan disain campuran beton.

Kata Kunci: *agregat halus, karakteristik pasir, mix disain, quarry, sulawesi utara*

1. Pendahuluan

Seiring dengan makin pesatnya pembangunan, kebutuhan akan material konstruksi makin meningkat termasuk beton yang merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling banyak dipakai. Agregat sebagai salah satu bahan penyusun beton, dengan demikian akan meningkat pula. Ditinjau dari berat campuran beton, persentase agregat dalam beton sebesar 60%-70% [1] dan ditinjau dari total volume beton sebesar 70%-75% [2]. Penggunaan agregat sebagai material pembentuk beton harus memenuhi standar yang berlaku antara lain Standar Industri Indonesia (SII) 0052, British Standard (BS) 812 dan American Standard Testing and Material (ASTM) C33 [3]. Adanya standar ini untuk menjamin kualitas atau mutu beton yang dihasilkan. Hal ini penting dipelajari karena kualitas material akan menentukan kualitas bangunan yang dibangun [4].

Pengaruh agregat dalam campuran beton telah banyak diteliti antara lain penelitian tentang Pengaruh Gradasi Pasir Dan Faktor Air Semen Pada Mortar Terhadap Kekuatan Beton Prepacked [5], Identifikasi Karakteristik Fisik Berbagai Jenis Agregat Halus dan Korelasinya pada Sifat Beton Segar dan Beton Padat [6], Analisis Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton [7], Pengaruh Gradasi Pasir Terhadap Kekuatan Tekan dan Penyerapan Paving Blok Geopolimer [8], Analisis Campuran Beton Mutu 20 MPa serta 25 MPa Pada Berbagai Zona Gradasi Pasir [9], [10]. Hasil-hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh agregat terhadap beton.

Seiring dengan kebutuhan agregat untuk beton, dibutuhkan dukungan informasi awal lokasi-lokasi sumber daya material yang ada di suatu daerah melalui pemetaan lokasi material (quarry). Hal ini sangat bermanfaat bagi pengguna agar dapat memilih lokasi quarry terdekat sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan, sehingga akan meningkatkan efisiensi biaya dan waktu. Selain itu juga dapat memberikan dukungan informasi kepada masyarakat serta mentransfer pengetahuan tentang karakteristik material di setiap lokasi quarry. Beberapa daerah yang telah diteliti karakteristik materialnya antara lain Kabupaten Muaro Jambi [11], Kabupaten Poso [12], Kalimantan Tengah khususnya di Daerah Aliran Sungai Barito [13], Desa Pulau Terap Kecamatan Kuok Provinsi Jambi [14].

Pada penelitian ini, karakteristik material pasir yang ada di Provinsi Sulawesi Utara menjadi fokus pembahasan. Provinsi Sulawesi Utara adalah salah satu provinsi yang terletak di ujung utara Pulau Sulawesi, Indonesia, dengan ibu kota terletak di kota Manado dan memiliki wilayah seluas 13.892,47 km². Sulawesi Utara memiliki kepulauan dengan jumlah pulau sebanyak 287 pulau dengan 59 di antaranya berpenghuni. Wilayah administratif Sulawesi Utara terbagi menjadi 4 kota dan 11 kabupaten. Daerah ini terbagi menjadi dua zona yaitu zona selatan yang berupa dataran rendah dan dataran tinggi serta zona utara yang meliputi kepulauan [15].

Saat ini, lokasi quarry pasir yang ada di Propinsi Sulawesi Utara tersebar di beberapa tempat tetapi masih kurang yang mendata dan memetakannya. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini penting dilakukan untuk memperoleh informasi data lokasi quarry pasir beserta karakteristiknya termasuk zona gradasinya, apakah masuk pada kategori pasir zona 1 (pasir kasar), zona 2 (pasir agak kasar), zona 3 (pasir agak halus) atau zona 4 (pasir halus). Data yang diperoleh dapat digunakan dalam perencanaan campuran beton untuk mencapai suatu mutu beton yang ditargetkan.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan cara eksperimental laboratorium terhadap sampel material yang tersebar di Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi utara seperti disajikan pada **Gambar 1**. Lokasi quarry pasir yang diambil sampelnya sebanyak 20 quarry dan tersebar di kota/kabupaten seperti disajikan pada **Tabel 1**. Nama pasir dinamakan sesuai daerah tempat pengambilannya dimana dari 15 daerah kota/kabupaten di Sulawesi Utara, ada 3 daerah kota yang tidak terdata memiliki quarry pasir.



Gambar 1. Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Utara

Tabel 1. Lokasi quarry pasir berdasarkan kabupaten/kota di Sulawesi Utara

No.	Kabupaten/Kota	Quarry Pasir
1	Kota Manado	-
2	Kabupaten Minahasa Utara	Pasir Klabat
3	Kota Bitung	Pasir Tendeki, Pasir Bitung, Pasir Girian
4	Kota Tomohon	-
5	Kabupaten Minahasa	Pasir Noongan
6	Kabupaten Minahasa Tenggara	Pasir Lobu
7	Kabupaten Minahasa Selatan	Pasir Amurang
8	Kabupaten Bolaang Mongondow	Pasir Poigar, Pasir Dumoga, Pasir Kosio, Pasir Dumagin, Pasir Inobonto
9	Kota Kotamobagu	-
10	Kabupaten Bolaang Mongondow Timur	Pasir Tutuyan, Pasir Motongkad
11	Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan	Pasir Salongo
12	Kabupaten Bolaang Mongondow Utara	Pasir Biontong
13	Kabupaten Kepulauan Talaud	Pasir Rainis
14	Kabupaten Kepulauan Sangihe	Pasir Santiago, Pasir Malebur
15	Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro (Sitaro)	Pasir Siau

Proses pemeriksaan karakteristik Agregat Halus (Pasir) dilakukan mengikuti standar SNI yang berlaku meliputi:

1. Analisa saringan pasir dan modulus kehalusan (SNI-03-1968-1990) [16]
2. Bobot isi (unit weight) (SNI 1973:2008) [17]
3. Berat jenis dan penyerapan pasir (SNI 1970-2008) [18]
 - a. Berat jenis kering (bulk specific gravity)
 - b. Berat jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry, ssd)
 - c. Berat jenis semu (apparent specific gravity)
 - d. Penyerapan (Absorption)
4. Kadar Lumpur (Jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200) (SNI-03-4142-1996) [19]
5. Kotoran organik dalam pasir (SNI 03-2816-1992) [20]

Hasil pemeriksaan di laboratorium kemudian dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk agregat pembentuk beton yaitu SII 0052, BS 812, ASTM C33.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pemeriksaan karakteristik pasir disajikan berdasarkan lokasi kabupaten/kota berupa **Tabel 2** untuk daerah kabupaten Minahasa, Minahasa Selatan, Minahasa Utara, Minahasa Tenggara; **Tabel 3** untuk daerah Kota Bitung; **Tabel 4** untuk daerah Bolaang Mongondow; **Tabel 5** untuk daerah kabupaten Bolaang Mongondow Utara, Bolaang Mongondow Selatan, Bolaang Mongondow Timur dan **Tabel 6** untuk daerah Kabupaten Sangihe, Kabupaten Talaud dan Kabupaten Sitaro.

Hasil uji laboratorium untuk pasir yang ada di daerah Kabupaten Minahasa, Minahasa Selatan, Utara dan Tenggara pada **Tabel 2** menunjukkan Pasir Amurang dan Pasir Lobu memenuhi semua spesifikasi sebagai material beton. Sebaliknya Pasir Noongan tidak memenuhi spesifikasi sebagai agregat beton ditinjau dari modulus kehalusan sebesar 4.11 yang melebihi 3.8. Demikian juga tidak masuk zona gradasi pasir standar sebab memiliki banyak ukuran butir yang lebih besar dari 4.75 mm. Nilai kadar lumpur juga sebesar 8.139% melebihi standar maksimum 5%, sehingga masih perlu dicuci untuk mengurangi kandungan lumpur dalam pasir. Karakteristik Pasir Klabat menunjukkan nilai berat jenis ssd sebesar 2.323 dan lebih kecil dari 2.5 demikian juga penyerapan sebesar 8.599% yang lebih besar dari 3% seperti pada **Tabel 2**. Hasil ini menunjukkan hubungan antara berat jenis dan penyerapan dimana semakin kecil nilai berat jenis, semakin besar penyerapannya.

Karakteristik pasir di Kota Bitung seperti disajikan pada **Tabel 3** menunjukkan ketiga jenis pasir yang ada yaitu pasir Girian, pasir Bitung dan pasir Tendeki, memiliki nilai berat jenis ssd dan penyerapan yang belum memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu berkisar 2.278 - 2.357 untuk berat jenis ssd dan 4.614% - 9.503% untuk penyerapan. Nilai berat jenis yang lebih kecil dan penyerapan pasir yang besar dapat diartikan bahwa tingkat kepadatan pasir tersebut kurang padat atau memiliki rongga yang banyak.

Tabel 2. Karakteristik pasir di daerah Kabupaten Minahasa, Minahasa Selatan, Utara dan Tenggara

Jenis Pemeriksaan	Kab. Minahasa	Kab. Minahasa Selatan	Kab. Minahasa Utara		Kab. Minahasa Tenggara	Standar/ spesifikasi
	Pasir Noongan	Pasir Amurang	Pasir	Klabat	Pasir Lobu	
Berat Jenis Bulk/Ov.	2.466	2.449	2.139		2.462	
Berat Jenis ssd	2.505	2.521	2.323		2.512	2.5 - 2.7
Berat Jenis App.	2.568	2.64	2.621		2.591	
Penyerapan (%)	1.609	2.951	8.599		2.028	maks. 3%
Berat Volume Agregat (kg/dm ³)	1.385	1.399	1.319		1.358	> 1.2 kg/dm ³
Kadar Lumpur (%)	8.139	0.976	2.478		1.616	maks 5%
Kadar Organik	NO. 1	No. 1	No. 1		No. 1	Bandingkan dengan larutan pembanding
Modulus Kehalusan	4.11	2.87	2.98		2.81	1.5 - 3.8
Analisa Saringan	-	Zona 2	zona 2		zona 2	Sesuai batas gradasi

Tabel 3. Karakteristik pasir di daerah Kota Bitung

Jenis Pemeriksaan	Kota Bitung			Standar/ spesifikasi
	Pasir Girian	Pasir Bitung	Pasir Tendeki	
Berat Jenis Bulk/Ov.	2.08	2.099	2.253	
Berat Jenis ssd	2.278	2.288	2.357	2.5 - 2.7
Berat Jenis App.	2.593	2.586	2.514	
Penyerapan (%)	9.503	8.976	4.614	maks. 3%
Berat Volume Agregat (kg/dm ³)	1.299	1.29	1.303	> 1.2 kg/dm ³
Kadar Lumpur (%)	1.824	1.31	1.76	maks 5%
Kadar Organik	NO. 1	NO. 1	NO. 1	Bandingkan dengan larutan pembanding
Modulus Kehalusan	3.53	2.39	3.21	1.5 - 3.8
Analisa Saringan	zona 1	zona 3	zona 1	Sesuai batas gradasi

Tabel 4. Karakteristik pasir di daerah kabupaten Bolaang Mongondow

Jenis Pemeriksaan	Kabupaten Bolaang Mongondow					Standar/ spesifikasi
	Pasir Dumagin	Pasir Dumoga	Pasir Inobonto	Pasir Poigar	Pasir Kosio	
Berat Jenis Bulk/Ov.	2.453	2.506	2.554	2.455	2.456	
Berat Jenis ssd	2.526	2.576	2.601	2.527	2.523	2.5 - 2.7
Berat Jenis App.	2.645	2.695	2.681	2.647	2.632	
Penyerapan (%)	2.963	2.806	1.862	2.957	2.728	maks. 3%
Berat Volume Agregat (kg/dm ³)	1.419	1.419	1.436	1.419	1.419	> 1.2 kg/dm ³
Kadar Lumpur (%)	3.734	3.046	4.236	4.821	2.459	maks 5%
Kadar Organik	No 2	No 2	No 2	No 2	No 2	Bandingkan dengan larutan pembanding
Modulus Kehalusan	2.7	2.7	2.74	2.76	2.8	1.5 - 3.8
Analisa Saringan	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Sesuai batas gradasi

Data pada **Tabel 4** menunjukkan karakteristik fisik dari 5 jenis pasir yang ada di daerah Kabupaten Bolaang Mongondow yaitu pasir Dumagin, pasir Dumoga, pasir Inobonto, pasir Poigar, dan pasir Kosio, semuanya memenuhi standar sebagai material pembentuk beton. Pasir-pasir ini memiliki karakteristik fisik

yang hampir mirip satu dengan yang lain. Hal ini dapat dilihat hasil pengujian dimana nilai berat jenis ssd berkisar 2.5, nilai penyerapan lebih kecil 3%, berat volume dari 4 jenis pasir nilainya sama 1.419 kg/dm³, kadar lumpur dibawah 5%, kadar organik pada kategori warna No. 2, modulus kehalusan berkisar 2.7 – 2.8 dan hasil analisa saringan untuk penentuan zona gradasi pasir, semuanya masuk zona 2 yaitu kategori pasir agak kasar.

Karakteristik pasir di daerah Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, Selatan dan Timur seperti disajikan pada **Tabel 5** menunjukkan semua pasir memenuhi spesifikasi yang ada, kecuali nilai berat jenis Pasir Salongo dan Pasir Motongkod yang masih dibawah standar spesifikasi, tetapi hampir mendekati 2,5 sedangkan nilai penyerapannya memenuhi standar. Hal ini dapat diartikan bahwa pasir-pasir tersebut memenuhi standar sebagai material pembentuk beton tetapi perlu dilakukan pengujian kembali khususnya berat jenis untuk memastikan hasilnya.

Hasil pengujian karakteristik pasir di daerah Kabupaten Kepulauan Sangihe, Talaud dan Sitaro yang disajikan pada **Tabel 6** menunjukkan pasir yang diuji yaitu pasir Santiago, pasir Malebur, pasir Rainis dan pasir Siau memiliki karakteristik yang memenuhi standar sesuai spesifikasi, kecuali berat jenis ssd.

Tabel 5. Karakteristik pasir di daerah Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, Selatan dan Timur

Jenis Pemeriksaan	Bolaang Mongondow Utara	Bolaang Mongondow Selatan	Bolaang Mongondow Timur		Standar/ spesifikasi
	Pasir Biontong	Pasir Salongo	Pasir Tutuyan	Pasir Motongkod	
Berat Jenis Bulk/Ov.	2.468	2.449	2.495	2.394	
Berat Jenis ssd	2.537	2.487	2.565	2.455	2.5 - 2.7
Berat Jenis App.	2.651	2.545	2.681	2.548	
Penyerapan (%)	1.62	2.806	2.780	2.518	maks. 3%
Berat Volume Agregat (kg/dm ³)	1.4	1.419	1.353	1.379	> 1.2 kg/dm ³
Kadar Lumpur (%)	1.263	3.306	1.958	2.459	maks 5%
Kadar Organik	No. 2	No 2	No.1	No 2	Bandingkan dengan larutan pembanding
Modulus Kehalusan	1.652	2.7	2.266	2.800	1.5 - 3.8
Analisa Saringan	zona 4	Zone 2	Zone 3	Zone 2	Sesuai batas gradasi

Tabel 6. Karakteristik pasir di daerah Kabupaten Kepulauan Sangihe, Talaud dan Sitaro

Jenis Pemeriksaan	Kab. Sangihe		Kab. Talaud	Kab. Sitaro		Standar/ spesifikasi
	Pasir Santiago	Pasir Malebur	Pasir Rainis	Pasir Siau		
Berat Jenis Bulk/Ov.	2.36	2.449	2.453	2.379		
Berat Jenis ssd	2.417	2.487	2.506	2.438	2.5 - 2.7	
Berat Jenis App.	2.503	2.545	2.59	2.527		
Penyerapan (%)	2.418	1.54	2.164	2.46	maks. 3%	
Berat Volume Agregat (kg/dm ³)	1.39	1.37	1.442	1.457	> 1.2 kg/dm ³	
Kadar Lumpur (%)	2.24	1.673	2.646	2.284	maks 5%	
Kadar Organik	NO. 1	NO. 1	NO. 1	NO. 2	Bandingkan dengan larutan pembanding	
Modulus Kehalusan	2.72	2.79	2.98	3.7	1.5 - 3.8	
Analisa Saringan	zona 2	zona 2	zona 2	zona 1	Sesuai batas gradasi	

Dari keempat jenis pasir yang diuji, hanya Pasir Rainis yang nilai berat jenis ssd memenuhi standar agregat beton yaitu sebesar 2.506 dan berada diantara 2.5 – 2.7. Ketiga jenis pasir lainnya memiliki nilai berat jenis ssd yang mendekati nilai standar 2.5 yaitu berkisar 2.417 – 2.487. Jika nilai berat jenis agregat dibawah nilai standar, kemungkinan hal ini disebabkan agregat mengandung banyak rongga. Tetapi dari

hasil penyerapan, menunjukkan nilai yang memenuhi standar. Jika hal ini terjadi, maka dapat dilakukan pengujian kembali untuk memastikan hasil yang sebenarnya.

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik fisik dari 20 quarry pasir yang ada di Provinsi Sulawesi Utara, terdapat 5 quarry yang belum memenuhi spesifikasi, dimana 4 quarry dalam hal berat jenis dan penyerapan dan 1 quarry dalam batasan modulus kehalusannya. Masih ada 5 quarry lain yang nilai berat jenis ssd dibawah 2.5, tetapi sudah mendekati standar spesifikasi, sehingga dapat dianggap sudah memenuhi.

Hasil pengujian karakteristik pasir di masing-masing quarry, dapat menjadi dasar dalam pembuatan disain campuran beton. Hasil penelitian terdahulu telah dilakukan dengan menggunakan 4 jenis zona pasir untuk mencapai mutu 20 MPa [9] dan mutu 25 MPa [10] dimana mewakili zona 1 dipakai pasir Tendeki, zona 2 pasir Amurang, zona 3 pasir Bitung dan zona 4 pasir Biontong. Agregat kasar yang digunakan pada penelitian tersebut berasal dari quarry Kema, dengan karakteristik seperti dapat dilihat pada Tabel 7, dan disain campurannya seperti terlihat pada Tabel 8. Hasil disain campuran menunjukkan bahwa semakin halus gradasi pasir (atau semakin besar zona pasir), membutuhkan semen yang lebih banyak, pasir lebih sedikit, batu pecah lebih banyak dan jumlah air yang konstan. Ditinjau dari nilai faktor air semen, semakin halus gradasi pasir maka semakin kecil nilai faktor air semennya untuk mencapai suatu target mutu.

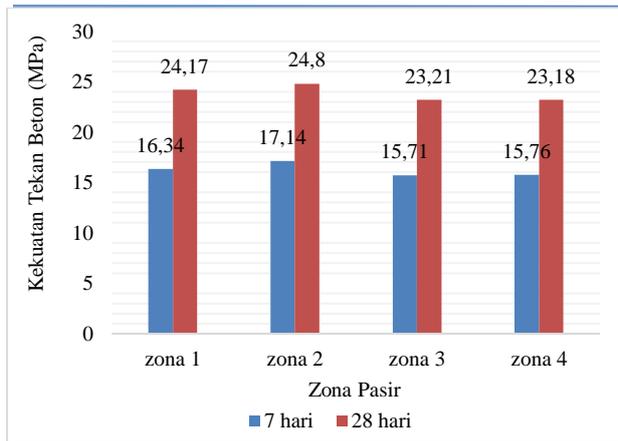
Kekuatan tekan yang diperoleh pada berbagai zona pasir ditunjukkan pada **Gambar 2** untuk target mutu beton 20 MPa dan **Gambar 3** untuk target mutu beton 25 MPa. Hasil pada **Gambar 2** dan **3** memperlihatkan bahwa semua campuran dengan zona yang bervariasi dapat mencapai mutu beton yang ditargetkan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal ini zona gradasi pasir, campuran dapat mencapai mutu beton yang ditargetkan dengan melakukan perencanaan campuran beton yang baik dengan memperhatikan karakteristik masing-masing jenis pasir.

Tabel 7. Karakteristik Batu Pecah quarry Kema [9, 10]

Jenis Pengujian	Batu Pecah 1-2	Batu Pecah 2-3
Berat Jenis bulk/ov.	2.675	2.676
Berat Jenis ssd	2.695	2.698
Berat Jenis app.	2.732	2.736
Penyerapan (%)	0.781	0.822
Berat Isi (kg/dm ³)	1.42	1.407
Kadar Lumpur (%)	0.814	0.649
Keausan Agregat	19.36	

Tabel 8. Disain Campuran Beton Mutu 20 MPa dan 25 MPa [9, 10]

Disain Mutu Beton	Bahan	Zona Pasir			
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
20 MPa	Semen PCC (kg)	361.11	367.92	375	390
	Pasir (kg)	691.82	700.86	691.6	667.85
	Batu Pecah 1-2 (kg)	389.55	394.64	406.22	409.37
	Batu Pecah 2-3 (kg)	692.53	701.58	722.18	727.78
	Air (kg atau Ltr)	195	195	195	195
25 MPa	Semen PCC (kg)	379.63	386.79	394.23	410
	Pasir (kg)	680.69	689.6	680.49	656.75
	Batu Pecah 1-2 (kg)	383.28	388.3	399.7	402.57
	Batu Pecah 2-3 (kg)	681.39	690.31	710.58	715.68
	Air (kg atau Ltr)	205	205	205	205



Gambar 2. Nilai Kuat tekan disain 20 MPa [9]



Gambar 3. Nilai Kuat tekan disain 25 MPa [10]

4. Kesimpulan

Hasil pengujian karakteristik fisik pasir yang berasal dari 20 lokasi quarry yang ada di Provinsi Sulawesi utara menunjukkan sebagian besar pasir (15 quarry) memenuhi standar spesifikasi sebagai material pembentuk beton, sedangkan 5 quarry tidak memenuhi standar spesifikasi, khususnya terhadap sifat berat jenis ssd dan penyerapan serta modulus kehalusan yang melebihi batas maksimum spesifikasi. Berdasarkan zona gradasi pasir yang ada di Sulawesi utara, paling banyak masuk kriteria pasir agak kasar dan berada pada zona 2 sebanyak 13 quarry, sedangkan 3 quarry masuk zona 1, 2 quarry zona 3, 1 quarry zona 4 dan 1 quarry tidak masuk zona.

5. Ucapan terima kasih

Artikel ini merupakan bagian dari Laporan Penelitian Skema Penelitian Dasar Produk Vokasi (PDPV) Tahun 2024 yang didanai oleh Politeknik Negeri Manado. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian dan secara khusus kepada Politeknik Negeri Manado yang telah mendanai penelitian ini..

6. Daftar Pustaka

- [1] Mulyono Tri, Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.
- [2] Nugraha, P, dan Antoni, Teknologi Beton dari Material, Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi, Andi Offset, Yogyakarta, 2007.
- [3] ASTM C33/C33M-23 "Standard Specification for Concrete Aggregates".
- [4] Sagel R, Kole P, Kusuma G, Pedoman Pengerjaan Beton, Erlangga, Jakarta, 1997.
- [5] M. Luthfi, Dita Daniaty, Nuroji, Yulita Arni Priastiwi, "Pengaruh Gradasi Pasir Dan Faktor Air Semen Pada Mortar Terhadap Kekuatan Beton Prepacked," Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 6, Nomor 1, Tahun 2017, pp. 147-156
- [6] N.N. Kencanawatia, S. Rawianaa, A. Rofaidaa dan N.A. Febriyantia, "Identifikasi Karakteristik Fisik Berbagai Jenis Agregat Halus dan Korelasinya pada Sifat Beton Segar dan Beton Padat," Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research and Development, Vol. 4(2), September 2023, pp. 109-114
- [7] Hadi, "Analisis Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton," Jurnal Kacapuri, Jurnal Keilmuan Teknik Sipil, Volume 3 Nomor 2 Edisi Desember 2020, pp. 146-155
- [8] Sandri L. Sengkey, Geertje E. Kandyoh, Stefani S. Peginusa, Dwars Soukotta, "Pengaruh Gradasi Pasir Terhadap Kekuatan Tekan dan Penyerapan Paving Blok Geopolimer," Jurnal Serambi Engineering Volume IX, No.2, April 2024 pp. 8582 – 8589
- [9] Geertje E. Kandyoh, Sandri L. Sengkey, Ventje B. Slat, Stefani S. Peginusa, "Analisis Campuran Beton Mutu 20 MPa Pada Berbagai Zona Gradasi Pasir," Jurnal Serambi Engineering Volume IX, No.2, April 2024 Hal 9180 – 9189
- [10] Geertje E. Kandyoh, Sandri L. Sengkey, Ventje B. Slat, Stefani S. Peginusa, "Analysis of 25 MPa quality concrete compressive strength with variations in sand zones," World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences, 2023, 10(02), 082–087
- [11] Suhendra, Fakhrol Rozi Yamali, Tristiana Ningfuri, "Karakteristik Material Bahan Konstruksi Di Beberapa Lokasi Dalam Kabupaten Muaro Jambi," Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol.14 No.4 Tahun 2014, pp 145-152

- [12] Suratnan Tahir, “Pemetaan Potensi Material Untuk Menunjang Pemeliharaan Ruas Jalan Dongi-Dongi (Batas Kabupaten Sigi) – Kasiguncu Kabupaten Poso,” Tapak Vol. 7 No. 1 November 2017, pp 41-51.
- [13] Aldy Adiarto, Desi Riani, Desriantomy, “Kajian Agregat di Kalimantan Tengah (Studi Kasus: DAS Barito),” Jurnal Serambi Engineering, Volume IX, No.2, April 2024, Hal 8727 – 8732
- [14] Dana Aswara, Beny Setiawan, “Kajian Karakteristik Agregat Halus Quarry Desa Pulau Terap, Kecamatan Kuok,” Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, Volume 6 Issue 3 2023, Page 880-886
- [15] https://id.wikipedia.org/wiki/Sulawesi_Utara diakses 24/9/2024
- [16] Badan Standarisasi Nasional. SNI 1970:2008 “Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus”.
- [17] Badan Standarisasi Nasional. SNI 1973:2008 “Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton”.
- [18] Badan Standarisasi Nasional. SNI-03-4142-1996 “Metode Pengujian Jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm)”.
- [19] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2816-1992 ”Metode Pengujian Kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar atau beton”.
- [20] Badan Standarisasi Nasional. SNI-03-1968-1990 ”Metode pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar”.