

Analisis Kualitas Batugamping Sebagai Bahan Baku Utama Semen di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Kecamatan Palimanan Kabupaten Cirebon Provinsi Jawa Barat

Analysis Of Limestone Quality As The Main Raw Material For Cement Production At PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Palimanan District Cirebon Regency West Java Province

Jumryatin^{*}, Agustinus Isjudarto, Mycelia Paradise, Partama Misdiyanta, Mustapa Ali Mohamad

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

*Email Korespondensi : 7100200070@students.itny.ac.id

Email : isjudarto21@gmail.com

Email : mycelia@itny.ac.id

ABSTRAK

Kualitas batugamping yang dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan semen yaitu yang memiliki jumlah kadar yang sesuai dengan standar kadar yang telah ditentukan. Terdapat kadar batugamping yang tinggi dan rendah yang berada di Kuari penambangan batugamping di PT Indocement Tunggal Prakarsa. Untuk memperoleh kualitas bahan baku yang sesuai, perlu dilakukannya analisis geokimia dengan metode Geokimia berupa analisis *X-Ray Diffraction (XRD)* dan *X-Ray Fluorescence (XRF)* untuk mengetahui kadar unsur yang terkandung dalam batugamping dengan tujuan untuk mengetahui hasil kadar yang dimiliki tiap sampel batugamping yang akan digunakan untuk pembuatan semen. Hasil rata-rata kandungan yang diperoleh dari hasil analisis *XRF* yang terdapat pada sampel 3,4,13 yakni CaO 62.20, Al₂O₃ 3.42%, SiO₂ 4.72%, Fe₂O₃ 0.57%, MgO 2.34%, SO₃ 0.84%, pada sampel batuan 6,7,8,9 dengan nilai kadar CaO 47.73%, Al₂O₃ 6.88%, SiO₂ 15.16%, Fe₂O₃ 1.85%, MgO 1.43%, SO₃ 0.84%, pada sampel 1,2,11,12 dengan nilai kadar CaO 57.04%, Al₂O₃ 3.83%, SiO₂ 11.18%, Fe₂O₃ 1.06%, MgO 2.30%, SO₃ 0.63%, pada sampel 5,10,14,5 dengan nilai kadar CaO 54.18%, Al₂O₃ 3.28%, SiO₂ 3.52%, Fe₂O₃ 0.37%, MgO 1.43%, SO₃ 0.28%. dari hasil analisis dan penelitian yakni didapatkan kesimpulan litologi batuan yang terdapat pada sampel 1 sampai 15 memiliki litologi batuan yang berbeda yakni sampel sampel 1,6,9,10 litologi batuan *mudstone*, sampel 2,3,11,13 litologi batuan *Packestone*, sampel 5,12,14,15 dengan litologi batuan *wackestone*, dan litologi batuan *Boundstone* sampel 4,7,8. Kadar batugamping pada sampel 9 dan 1 memiliki kadar CaO, SiO₂, dan Al₂O₃ yang rendah, maka dari itu direkomendasikan *blending* batugamping yang memenuhi standar kadar yang ditentukan, dimana pada kadar CaO 29.93% dilakukan *blending* antara sampel batuan pada sampel 9 dan 14 dengan perbandingan 10%:90% setelah *diblanding* memperoleh hasil 62.75%. Kadar CaO 47.45% dilakukan *blending* pada sampel 1 dan 14 dengan perbandingan 10%:90% setelah *diblanding* memperoleh hasil 64.51%. Kadar SiO₂ 24.1% dilakukan *blending* antara sampel batuan 1 dan 12 dengan perbandingan 10%:90% setelah *diblanding* memperoleh hasil 12.95%. Kadar SiO₂ 49.09% dilakukan *blending* antara sampel batuan 9 dan 12 dengan perbandingan 10%:90% setelah *diblanding* memperoleh hasil 15.45%. Kadar Al₂O₃ 18.04% dilakukan *blending* antara sampel yang diwakili sampel batuan 9 dan 8 dengan perbandingan 20%:80% setelah *diblanding* memperoleh hasil 5.87%. Hasil dari *blending* batugamping tersebut dapat memperoleh kadar dan jenis semen sesuai dengan standar yang ditentukan.. Sampel 2,4,12 termasuk kedalam jenis semen *Portland* tipe 1, sampel 3,11 masuk kedalam semen *Portland* tipe 3, Sampel 3,5,7,14, masuk *Portland* tipe 4, Sampel 13,10 masuk kedalam semen *Portland* tipe 5. Sampel 6 dengan hasil yang dimiliki bisa termasuk kedalam 3 tipe yaitu *Portland* tipe 1,3,5. Sampel 9 dengan hasil yang dimiliki bisa termasuk kedalam 2 tipe yaitu *Portland* tipe 4,5. Sampel 1 dengan hasil yang dimiliki bisa termasuk kedalam 2 tipe yaitu *Portland* tipe 1,3.

Kata kunci: Batugamping, *Blending*, Kualitas, Semen, *XRD*, *XRF*

ABSTRACT

The quality of limestone used as raw material for cement production depends on its chemical composition, which must comply with standard requirements. At the PT Indocement Tunggal Prakarsa limestone quarry, both high-grade and low-grade limestones are found. To obtain suitable raw materials, a geochemical analysis was carried out using *X-Ray Diffraction (XRD)* and *X-Ray Fluorescence (XRF)* methods to determine the

elemental content of the limestone samples. The average results of XRF analysis show that samples 3, 4, and 13 contain CaO 62.20%, Al₂O₃ 3.42%, SiO₂ 4.72%, Fe₂O₃ 0.57%, MgO 2.34%, and SO₃ 0.84%. Samples 6, 7, 8, and 9 contain CaO 47.73%, Al₂O₃ 6.88%, SiO₂ 15.16%, Fe₂O₃ 1.85%, MgO 1.43%, and SO₃ 0.84%. Samples 1, 2, 11, and 12 contain CaO 57.04%, Al₂O₃ 3.83%, SiO₂ 11.18%, Fe₂O₃ 1.06%, MgO 2.30%, and SO₃ 0.63%. Samples 5, 10, 14, and 15 contain CaO 54.18%, Al₂O₃ 3.28%, SiO₂ 3.52%, Fe₂O₃ 0.37%, MgO 1.43%, and SO₃ 0.28%. Based on the analysis, the lithology of samples 1–15 consists of mudstone (samples 1, 6, 9, 10), packstone (samples 2, 3, 11, 13), wackestone (samples 5, 12, 14, 15), and boundstone (samples 4, 7, 8). Samples 1 and 9 have low CaO, SiO₂, and Al₂O₃ contents, so blending is required to meet standard quality. Blending between samples 9 and 14 (10%:90%) increased CaO from 29.93% to 62.75%, while blending between samples 1 and 14 (10%:90%) increased CaO from 47.45% to 64.51%. Blending of samples 1 and 12 (10%:90%) reduced SiO₂ from 24.10% to 12.95%, and blending of samples 9 and 12 (10%:90%) reduced SiO₂ from 49.09% to 15.45%. Blending of samples 9 and 8 (20%:80%) reduced Al₂O₃ from 18.04% to 5.87%. The blending results show that the limestone composition meets the required chemical standards. Based on oxide composition, samples 2, 4, and 12 correspond to Portland cement type I; samples 3 and 11 to type III; samples 3, 5, 7, and 14 to type IV; and samples 10 and 13 to type V. Sample 6 corresponds to types I, III, and V; sample 9 to types IV and V; and sample 1 to types I and III. Therefore, the limestone from this quarry can produce cement with chemical compositions that meet industrial standards after appropriate blending.

Keyword : Blending, Cement, Limestone, Quality, XRD, XRF

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk. Pada era ini, permintaan akan semen naik sejalan dengan laju pembangunan di Indonesia. Semen diproduksi dari campuran bahan baku utama yang berupa batuan karbonat (batugamping) serta lempung atau tanah liat sebagai bahan tambahan yang setelah proses pengolahannya menghasilkan bubuk atau padatan bulk.

Batugamping merupakan batuan karbonat yang didominasi tersusun oleh kalsium karbonat (CaCO₃) dalam bentuk mineral kalsit (Selley dkk, 2005). Memiliki struktur, tekstur dan fosil yang ada dalam batugamping dapat digunakan untuk mempelajari kondisi lingkungan pengendapan pada masa lalu (Boggs, 2009). Batuan sedimen ini banyak ditemukan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis tinggi; selain untuk semen, juga dipakai di Industri baja, tekstil, pertanian dan lain-lain (Chatterjee, 2009). PT Indocement Tunggal Prakarsa yakni salah satu perusahaan penghasil semen yang selama ini melakukan kegiatan produksi semen pada 12 (dua belas) unit pabriknya di Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Kalimantan Selatan. Secara keseluruhan pabrik semen PT. Indocement Tunggal Prakarsa terdiri atas 9 (sembilan) unit pabrik di Citeureup, Kabupaten Bogor; 2 (dua) unit pabrik di Palimanan, Kabupaten Cirebon; dan 1 (satu) unit pabrik di Tarjun di Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan. Pabrik dan tambang batugamping PT. Indocement Tunggal Prakarsa terletak di Jalan Raya Cirebon-Bandung km 20 Palimanan Cirebon.

Kualitas batugamping yang dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan semen yaitu yang memiliki jumlah kadar yang sesuai dengan standar kadar yang telah ditentukan. Terdapat kadar batugamping yang tinggi dan rendah yang beradadi Kuari penambangan batugamping di PT. Indocement Tunggal Prakarsa yang akan mempengaruhi kualitas semen yang di produksi. Jika kadar batugamping yang terdapat di PT. Indocement Tunggal Prakarsa rendah, maka kualitas yang dihasilkan untuk memproduksi semen tidak baik. Oleh karena itu, untuk mendapatkan kualitas bahan baku yang baik, maka perlu dilakukan analisis geokimia berupa analisis *X-Ray Diffraction (XRD)* untuk mengetahui sistem kristal pada suatu mineral dan analisis *X-Ray Fluorescence (XRF)* untuk mengetahui kadar unsur yang terkandung dalam batugamping.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang diterapkan untuk mendapatkan data-data sebagai berikut:

Studi Literatur

Studi literatur yakni diawali dengan mengumpulkan sumber-sumber pustaka yang relevan untuk mendukung penyusunan ini.

Penelitian di Lapangan

Dilakukan observasi langsung di lapangan guna mengidentifikasi kondisi dan permasalahan yang ada.

Pengambilan Data

Data-data yang diperoleh yaitu:

Data Primer

- Titik Koordinat
- Data Fisik Batuan (warna, bentuk, ukuran)

- Peta Kesampaian Daerah
- Foto sampel batuan di Kuari A, B, C, D, dan membuat peta kesampaian daerah.

Data Sekunder

- Profil perusahaan
- Peta geologi regional
- Peta administrasi,
- Peta IUP,
- Data Hasil Uji *X-Ray Fluorence (XRF)*
- Data Hasil Uji *X-Ray Diffraction (XRD)*

Pengolahan Data

Data-data tersebut yang telah dikumpulkan kemudian diolah menggunakan bantuan *Rock Identifier* dan *Microsoft Excel*.

Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan mengenai data dari hasil pengolahan dari kedua metode yang telah disebutkan yakni, metode *XRF* dan *XRD*

Kesimpulan

Setelah dilakukannya analisis data yang diperoleh dari permasalahan yang diteliti, maka ditarik kesimpulan dimana menjawab semua permasalahan yang ada. Dari kesimpulan tersebut dapat diberikan saran-saran mengenai permasalahan yang ada. Kesimpulan dan saran ini merupakan hasil akhir dari penelitian.

HASIL DAN ANALISIS

Klasifikasi Batugamping

Batugamping merupakan batuan sedimen yang dapat diklasifikasikan menurut Dunham (1962) yang membahas tentang pembagian batugamping. Klasifikasi ini bersifat megaskopis dimana semakin sedikit mikrit yang terkandung maka semakin tinggi energy pengendapannya. Menurut Dunham batugamping dibagi menjadi :

1. *Mudstone*
2. *Wackestone*
3. *Boundstone*

Analisis Geokimia

Analisis Geokimia bertujuan untuk memperoleh dan mengetahui komposisi kimia batuan yang meliputi:

1. *XRD (X-Ray Diffraction)*
XRD (X-Ray Diffraction) untuk mengidentifikasi fasa kristal pada mineral (Admojo, 2020).
2. *XRF (X-Ray Fluorescence)*
XRF (X-Ray Fluorescence) untuk mengidentifikasi unsur kimia yang terdapat pada sampel batuan (Admojo, 2020).

Jenis-jenis Semen

Semen yang umum dipakai dalam konstruksi meliputi sement Portland tipe I, II, III, IV . eberapa jenis semen berdasarkan klasifikasi yang telah ditentukan oleh *American Standart Testing and Material (ASTM)* (ASTM C150-95a. 1996).

1. *Semen Portland*

Proses pembuatan semen ini dimulai dari penambangan bahan baku yaitu batugamping, batulempung dan pasir/batu silika. Kemudian diangkut oleh *dump truck* ke *crushing plant* untuk dkecilkan ukuran bahan baku tersebut. Setelah memiliki ukuran yang cukup, bahan baku diangkut ke *storage* dan dikeringkan secara ilmiah.

- a. Semen Portland Tipe I

Tabel 1. Syarat Kimia Utama Semen Portland Tipe I

| | Parameter | Komposisi (%) |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|
| | CaO | 64.39 |
| | SiO ₂ | 20.75 |
| | Al ₂ O ₃ | 5.11 |
| | Fe ₂ O ₃ | 3.17 |
| b. Semen Portland Tipe II | MgO | maksimal 6 |

Tabel 2. Syarat Kimia Utama Semen Portland Tipe II

| Parameter | Komposisi (%) |
|--------------------------------|---------------|
| CaO | 63.41 |
| SiO ₂ | minimal 20 |
| Al ₂ O ₃ | maksimal 6 |
| Fe ₂ O ₃ | maksimal 6 |
| MgO | maksimal 6 |
| SO ₃ | maksimal 3 |

c. Semen Portland Tipe III

Tabel 3. Syarat Kimia Utama Semen Portland Tipe III

| Parameter | Komposisi (%) |
|--------------------------------|---------------|
| CaO | 60-67 |
| SiO ₂ | 20 |
| Al ₂ O ₃ | 3,5-4,5 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,5-6 |
| MgO | 6 |
| SO ₃ | 3,5-4,5 |

d. Semen Portland Tipe IV

Tabel 4. Syarat Kimia Utama Semen Portland Tipe IV

| Parameter | Komposisi (%) |
|--------------------------------|---------------|
| CaO | 60-67 |
| SiO ₂ | 17-25 |
| Al ₂ O ₃ | 03-8 |
| Fe ₂ O ₃ | 6,5 |
| MgO | 6 |
| SO ₃ | 2,3 |

e. Semen Portland Tipe V

Tabel 5. Syarat Kimia Utama Semen Portland Tipe V

| Parameter | Komposisi (%) |
|--------------------------------|---------------|
| CaO | 60-67 |
| SiO ₂ | 17-25 |
| Al ₂ O ₃ | 03-8 |
| Fe ₂ O ₃ | 6,5 |
| MgO | 0,5-6 |
| SO ₃ | 2,3 |

Tabel 6. Syarat Kimia Utama Semen SNI 15-2049

Jenis Semen Portland (%)

| Komposisi | | | | | |
|--|----|----|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV | V |
| CaO | 63 | td | td | td | td |
| SiO ₂ (maksimum, %) | - | 20 | - | - | - |
| Al ₂ O ₃ (maksimum, %) | - | 6 | - | - | - |
| Fe ₂ O ₃ (maksimum, %) | - | 6 | - | - | - |
| MgO (maksimum, %) | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| SO ₃ (maksimum, %) | 3 | 3 | 3.5 | 2.3 | 2.3 |

Blending Batugamping

Pencampuran (*blending*) merupakan proses menggabungkan dua atau lebih material yang memiliki komposisi tetap, baik dalam hal jumlah, kualitas, ukuran, maupun kombinasinya. Penggabungan dilakukan secara teratur, baik di area penambangan, pada penumpukan, maupun selama proses penggerusan, dengan tujuan memperoleh kualitas atau spesifikasi yang sesuai dengan permintaan pasar (Mahendra, 2013). Persamaan untuk menentukan kadar campuran batugamping. Adapun persamaan untuk menentukan kadar campuran batugamping ialah: (Mahendra, 2013)

$$KT = \frac{(K1.X1)+(K2.X2)}{(K1+K2)}$$

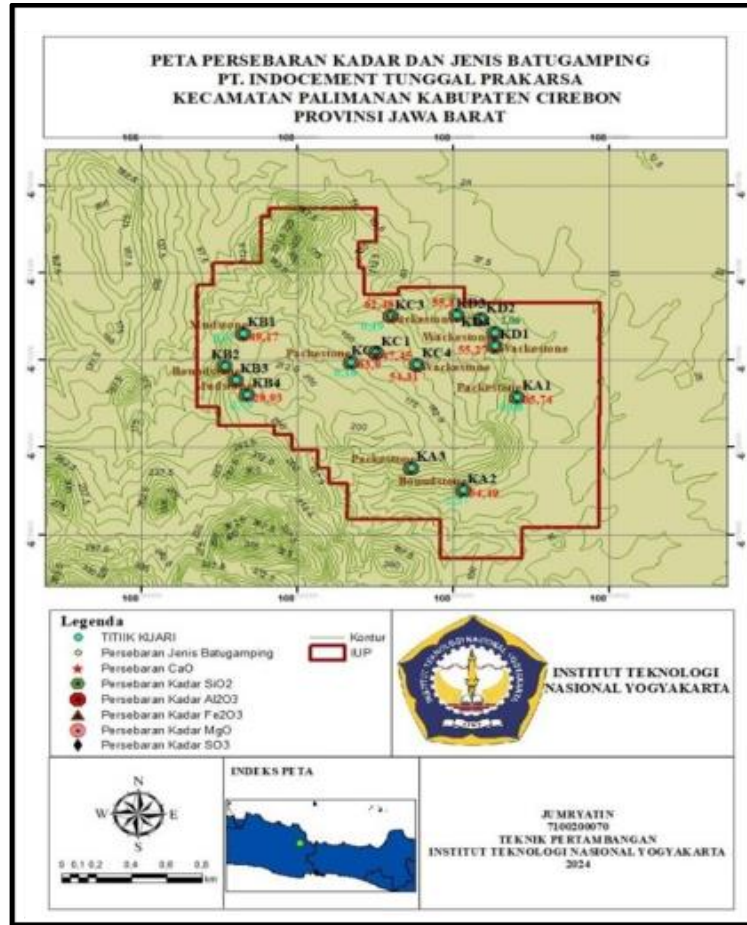
Keterangan:

KT = Kadar campuran batugamping (%)

K1, K2 = Kadar masing-masing batugamping yang dilakukan pencampuran (TON)

X1, X2 = Berat masing-masing jenis batugamping yang dilakukan pencampuran (%)

Persebaran Kadar dan Jenis Batugamping



Gambar 1. Peta Persebaran Kadar dan Jenis Batugamping

Tabel 7. Hasil Analisis X-Ray Fluorence

| No | Sample Name | Sample Date | XRF | | | | | |
|----|-------------|-------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|
| | | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ |
| 1 | KC1 | 12-Mar-24 | 24.1 | 4.64 | 1.98 | 47.45 | 2.7 | 1.39 |
| 2 | KC2 | 12-Mar-24 | 3.85 | 3.13 | 0.46 | 63.9 | 1.49 | 0.16 |
| 3 | KA1 | 12-Mar-24 | 2.49 | 3.01 | 0.27 | 65.74 | 1.29 | 0.08 |
| 4 | KA2 | 12-Mar-24 | 9.74 | 4.09 | 1.27 | 54.49 | 4.43 | 2.37 |
| 5 | KD1 | 13-Mar-24 | 2.65 | 3.04 | 0.3 | 65.27 | 1.32 | 0.14 |
| 6 | KB1 | 14-Mar-24 | 7.23 | 3.8 | 1.05 | 59.17 | 1.83 | 2.07 |
| 7 | KB2 | 14-Mar-24 | 2.09 | 2.85 | 0.2 | 65.97 | 1.4 | 0.26 |
| 8 | KB3 | 14-Mar-24 | 2.21 | 2.83 | 0.23 | 65.85 | 1.33 | 0.25 |
| 9 | KB4 | 14-Mar-24 | 49.09 | 18.04 | 5.92 | 29.93 | 1.15 | 0.79 |
| 10 | KD2 | 14-Mar-24 | 7.3 | 3.86 | 0.79 | 59.28 | 1.81 | 0.83 |
| 11 | KC3 | 15-Mar-24 | 5.04 | 3.32 | 0.53 | 62.48 | 1.58 | 0.19 |
| 12 | KC4 | 15-Mar-24 | 11.71 | 4.22 | 1.28 | 54.31 | 3.41 | 0.79 |
| 13 | KA3 | 18-Mar-24 | 1.92 | 3.17 | 0.16 | 66.38 | 1.31 | 0.07 |
| 14 | KD3 | 18-Mar-24 | 2.06 | 3.01 | 0.19 | 66.4 | 1.33 | 0.07 |

| | | | | | | | | |
|----|------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 15 | KD4 | 18-Mar-24 | 2.08 | 3.19 | 0.18 | 65.8 | 1.24 | 0.09 |
|----|------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|

Sumber: PT Indocement Tunggal Prakarsa

Tabel 8 Data Kualitas Batugamping Kuari A Hasil X-Ray

| NO | KOORDINAT | JENIS BATUGAMPING | KODE SAMPEL | SAMPEL | MOISTURE CONTENT | XRF | | | | | |
|----|-------------------|----------------------|----------------|-----------|---------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|
| | | | | | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ |
| 1 | 212862 9255836 | PACKESTONE | LS-KA1 | SAMPEL 3 | 7.27 | 2.49 | 3.01 | 0.27 | 65.74 | 1.29 | 0.08 |
| 2 | 212584 9255719 | BOUNDSTONE | LS-KA2 | SAMPEL 4 | 2.67 | 9.74 | 4.09 | 1.27 | 54.49 | 4.43 | 2.37 |
| 3 | 212584 9255836 | PACKESTONE | LS-KA3 | SAMPEL 13 | 3.51 | 1.92 | 3.17 | 0.16 | 66.38 | 1.31 | 0.07 |

XRF (X-Ray Fluorence) adalah metode analisis yang berfungsi guna mengidentifikasi serta menentukan konsentrasi unsur-unsur dalam suatu sampel padat, cair, atau bubuk. Instrumen tersebut dapat mengukur elemen mulai dari berilium (Be) hingga uranium pada tingkat trace, bahkan dibawah 1 Ppm dengan cara merekam spektrum sinar-X yang dipancarkan ketika sampel disinari (PANalytical, 2009). Berdasarkan hasil pengujian *XRF* dari pengambilan sampel pada Kuari A, B, C, dan D yang memiliki masing-masing nilai kadar yang berbeda dimana terdapat perbedaan % kadar yang dihasilkan oleh analisis *XRF*. maka didapatkan hasil korelasi kualitas batugamping sebagai bahan baku semen yaitu:

Tabel 9 Pengklasifikasian Batugamping di Kuari A, B, C, D

| NAMA STANDAR | KADAR UNSUR | | | | | |
|-----------------|-------------|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|--------|
| | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO |
| SNI 15-2049 | Min 50% | Max 20% | Max 6% | Max 3% | Max 6% | Max 6% |
| KUARI A | | | | | | |
| SAMPEL 3 | 65.74 | 2.49 | 3.01 | 0.08 | 0.27 | 1.29 |
| SAMPEL 4 | 54.49 | 9.74 | 4.09 | 2.37 | 1.27 | 4.43 |
| SAMPEL 13 | 66.38 | 1.92 | 3.17 | 0.07 | 0.16 | 1.31 |
| KUARI B | | | | | | |
| SAMPEL 6 | 59.17 | 7.23 | 3.8 | 2.07 | 1.05 | 1.83 |
| SAMPEL 7 | 65.97 | 2.09 | 2.85 | 0.26 | 0.2 | 1.4 |
| SAMPEL 8 | 65.85 | 2.21 | 2.83 | 0.25 | 0.23 | 1.33 |
| SAMPEL 9 | 29.93 | 49.09 | 18.04 | 0.79 | 5.92 | 1.15 |
| KUARI C | | | | | | |
| SAMPEL 1 | 47.45 | 24.1 | 4.64 | 1.39 | 1.98 | 2.7 |
| SAMPEL 2 | 63.9 | 3.85 | 3.13 | 0.16 | 0.46 | 1.49 |
| SAMPEL 11 | 62.48 | 5.04 | 3.32 | 0.19 | 0.53 | 1.58 |
| SAMPEL 12 | 54.31 | 11.71 | 4.22 | 0.79 | 1.28 | 3.41 |

| KUARI D | | | | | | |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|
| SAMPEL 5 | 65.27 | 2.65 | 3.04 | 0.14 | 0.3 | 1.32 |
| SAMPEL 10 | 59.28 | 7.3 | 3.86 | 0.83 | 0.79 | 1.81 |
| SAMPEL 14 | 66.4 | 2.06 | 3.01 | 0.07 | 0.19 | 1.33 |
| SAMPEL 15 | 65.8 | 2.08 | 3.19 | 0.09 | 0.18 | 1.24 |

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwasannya di kuari A dan D terdapat tujuh sampel dimana ketujuh sampel batugamping tersebut memiliki kadar yang tinggi dan memenuhi standar yang digunakan sebagai syarat untuk pembuatan semen. Sehingga, dapat langsung dimanfaatkan dalam produksi semen

Kuari B terdapat 4 sampel dimana terdapat 3 sampel kadar batugamping yang memiliki kadar yang rendah yaitu kadar **CaO**, **SiO₂**, **Al₂O₃** yang tidak memenuhi standar yang digunakan sebagai syarat untuk pembuatan semen. Kuari C terdapat 4 sampel juga dimana terdapat 2 sampel batugamping yang memiliki kadar yang rendah yaitu kadar **CaO**, **SiO₂** yang tidak memenuhi standar yang digunakan sebagai syarat untuk pembuatan semen kadar yang rendah tersebut akan direkomendasikan dan dilakukan *blending* batugamping.

Tabel 10 *Blending* batugamping Kadar CaO sampel 9 dan 14

| SAMPEL | BERAT | KADAR | | | | | |
|--------|-------|--------------|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------|
| | | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO |
| 9 | 10% | 29.93 | 24.1 | 18.04 | 0.79 | 5.92 | 1.15 |
| 14 | 90% | 66.4 | 2.06 | 3.01 | 0.07 | 0.19 | 1.33 |
| | | 62.75 | 2.43 | 4.51 | 0.14 | 0.76 | 1.31 |

Tabel 11 *Blending* batugamping Kadar CaO pada sampel 1 dan 14

| SAMPEL | BERAT | KADAR | | | | | |
|--------|-------|--------------|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------|
| | | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO |
| 1 | 10% | 47.45 | 24.1 | 4.64 | 1.39 | 1.98 | 2.7 |
| 14 | 90% | 66.4 | 2.06 | 3.01 | 0.07 | 0.19 | 1.33 |
| | | 64.51 | 4.26 | 3.17 | 0.20 | 0.37 | 1.47 |

Tabel 12 *Blending* batugamping kadar SiO₂ pada sampel 1 dan 12

| SAMPEL | BERAT | KADAR | | | | | |
|--------|-------|--------------|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------|
| | | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO |
| 1 | 10% | 47.45 | 24.1 | 4.64 | 1.39 | 1.98 | 2.7 |
| 12 | 90% | 54.31 | 11.71 | 4.22 | 0.79 | 1.28 | 3.41 |
| | | 53.62 | 12.95 | 4.26 | 0.85 | 1.35 | 3.34 |

Tabel 13 *Blending* batugamping kadar SiO₂ pada sampel 9 dan 12

| SAMPEL | BERAT | KADAR | | | | | |
|--------|-------|--------------|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------|
| | | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO |
| 9 | 10% | 29.93 | 49.09 | 18.04 | 0.79 | 5.92 | 1.15 |
| 12 | 90% | 54.31 | 11.71 | 4.22 | 0.79 | 1.28 | 3.41 |
| | | 51.87 | 15.45 | 5.60 | 0.79 | 1.74 | 3.18 |

Tabel 14 Blending batugamping kadar Al_2O_3 pada sampel 9 dan 8

| SAMPSEL | BERAT | KADAR | | | | | |
|---------|-------|--------------|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------|
| | | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO |
| 9 | 20% | 29.93 | 49.09 | 18.04 | 0.79 | 5.92 | 1.15 |
| 8 | 80% | 65.85 | 2.06 | 2.83 | 0.25 | 0.23 | 1.33 |
| | | 58.67 | 11.47 | 5.87 | 0.36 | 1.37 | 1.29 |

Tabel 15 Kesesuaian jenis semen

| NAMA SEMEN | KADAR UNSUR | | | | | |
|--------------------|-------------|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|----------|
| | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO |
| PORTLAND | | | | | | |
| PORTLAND TIPE 1 | Max 64.39% | Max 20% | Max 5.11% | Max 3% | Max 3.17% | Max 6% |
| PORTLAND TIPE 2 | Max 63.41% | Min 20% | Max 6% | Max 3% | Max 6% | Max 6% |
| PORTLAND TIPE 3 | Max 67% | Max 20% | Max 4.5% | Max 4.65% | Max 6% | Max 6% |
| PORTLAND TIPE 4 | Max 67% | Max 25% | Max 8% | Max 2.3% | Max 6.5% | Max 6% |
| PORTLAND TIPE 5 | Max 67% | Max 25% | Max 8% | Max 2.3% | Max 6.5% | Max 2.3% |
| KUARI A | | | | | | |
| SAMPEL 3 | 65.74 | 2.49 | 3.01 | 0.08 | 0.27 | 1.29 |
| SAMPEL 4 | 54.49 | 9.74 | 4.09 | 2.37 | 1.27 | 4.43 |
| SAMPEL 13 | 66.38 | 1.92 | 3.17 | 0.07 | 0.16 | 1.31 |
| KUARI B | | | | | | |
| SAMPEL 6 | 59.17 | 7.23 | 3.8 | 2.07 | 1.05 | 1.83 |
| SAMPEL 7 | 65.97 | 2.09 | 2.85 | 0.26 | 0.2 | 1.4 |
| SAMPEL 8 | 65.85 | 2.21 | 2.83 | 0.25 | 0.23 | 1.33 |
| SAMPEL 9 | 62.93 | 15.4 | 5.98 | 2.07 | 1.05 | 1.15 |
| KUARI C | | | | | | |
| SAMPEL 1 | 64,5 | 12,9 | 4,64 | 1,39 | 1,98 | 2,7 |
| SAMPEL 2 | 63,9 | 3,85 | 3,13 | 0,16 | 0,46 | 1,49 |
| SAMPEL 11 | 62,48 | 5,04 | 3,32 | 0,19 | 0,53 | 1,58 |
| SAMPEL 12 | 54,31 | 11,71 | 4,22 | 0,79 | 1,28 | 3,41 |
| KUARI D | | | | | | |
| SAMPEL 5 | 65,27 | 2,65 | 3,04 | 0,14 | 0,3 | 1,32 |
| SAMPEL 10 | 59,28 | 7,3 | 3,86 | 0,83 | 0,79 | 1,81 |
| SAMPEL 14 | 66,4 | 2,06 | 3,01 | 0,07 | 0,19 | 1,33 |

| | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| SAMPEL 15 | 65,8 | 2,08 | 3,19 | 0,09 | 0,18 | 1,24 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|

Berdasarkan tabel kesesuaian sampel yang telah di *blending* diatas, maka didapatkan hasil untuk sampel batugamping yang berada berada di Kuari A bersampel 3 maka termasuk kedalam semen *Portland* tipe 4, sampel 4 termasuk kedalam semen *Portland* tipe 1, dan sampel 13 termasuk ke jenis semen *Portland* Tipe 5 karena memenuhi standar yang dipakai. Kuari B maka sampel 6 termasuk kedalam tipe semen *Portland* tipe 1, 3, dan 5, Sampel 7 termasuk kedalam semen *Portland* tipe 4, Sampel 8 termasuk ke jenis semen *Portland* Tipe 3 dan Sampel 9 termasuk ke jenis jemen *Portland* tipe 4 dan 5 karena memenuhi standar yang dipakai. Kuari C maka Sampel 1 termasuk kedalam tipe semen *Portland* tipe 1, dan 3, Sampel 2 termasuk kedalam tipe semen *Portland* 1, Sampel 11 termasuk ke jenis semen *Portland* Tipe 3 dan Sampel 14 termasuk ke jenis jemen *Portland* tipe 4 dan 5. Kuari D maka sampel 5, Sampel 14, Sampel 15 termasuk kedalam tipe semen *Portland* tipe 4, Sampel 10 termasuk kedalam tipe semen *Portland* 5.

Analisis terhadap 15 sampel batugamping menunjukkan adanya komposisi CaO yang bervariasi yaitu mulai dari 29,93-66,4% (Tabel 7-8). Kandungan senyawa, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, SO₃ juga masih memenuhi standar SNI-15-2049-2004. Hasil Analisis kualitas sampel pada kuari A, B, C, D memiliki komposisi senyawa CaO yang cukup tinggi yaitu mulai dari 54,31-66,4%. Pada Kuari A (sampel 3, 4 dan 13) Pada Kuari B (Sampel 7 dan 8) Pada Kuari C (Sampel 2,11 dan 12) Pada Kuari D (Sampel 5, 14, dan 15). Hal tersebut diinterpretasikan karena karakteristik batugamping yang bersifat *grain supported* dan rendah akan lumpur karbonat. Semua sampel batugamping tersebut tergolong dalam kualitas batugamping yang baik karena memiliki kadar CaO >50% dan baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan semen.

Hasil Analisis kualitas pada sebagian sampel di kuari B, dan C memiliki komposisi senyawa CaO yang cukup rendah yaitu mulai dari 29,93-47,45%. Pada Kuari B (Sampel 9) dan Kuari C (Sampel 1). Hal tersebut diinterpretasikan karena karakteristik batugamping yang bersifat *matrix supported* dan tinggi akan lumpur karbonat. Pada sampel batugamping tersebut tergolong dalam kualitas batugamping yang baik karena memiliki kadar CaO <50% dan baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan semen dan tetap dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan semen karena memenuhi standar kualitas minimum, namun dengan kualitas yang rendah. Pada sampel 9 dan 1 memiliki kadar CaO yang sangat rendah yaitu 29,93% dan 47,45%, sehingga tidak dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan semen karena memiliki kadar CaO <50%. Perlu adanya pencampuran dengan batugamping lain dengan kadar CaO yang cukup tinggi apabila akan dijadikan sebagai bahan baku pembuatan semen. Jika suatu komponen kadar unsur yang dikandung di dalam batugamping itu tidak memenuhi standar yang akan digunakan untuk pembuatan semen maka batugamping tersebut dapat direkomendasikan dengan melakukan *blending* batugamping. Karena jika tidak dimanfaatkan atau tidak digunakan sama sekali, maka cadangan batugamping akan cepat habis dan berpengaruh pada umur tambang dan kredibilitas perusahaan itu sendiri

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tentang Kualitas Kadar Batugamping Untuk Pembuatan Semen di 15 sampel pada Kuari A, B, C, dan D yaitu sebagai berikut.

1. Hasil dari Analisis menggunakan metode *XRF* dan *XRD* dari keempat kuari yang telah diperoleh yaitu terdapat kadar batugamping yang memiliki kadar yang rendah dan kadar yang tinggi yang terdapat di Kuari A, B, C, dan D. Maka dari kadar tersebut untuk memenuhi kualifikasi standar sebagai batuan yang dapat digunakan untuk pembuatan semen berdasarkan SNI 15-2049- 2019 kadar CaO minimal 50%. Kadar yang tidak memenuhi kualifikasi atau yang memiliki kadar yang rendah maka akan dilakukan *blending* batugamping agar tetap bisa dipakai dan memperpanjang umur tambang.
2. *Blending* batugamping yang dilakukan pada kadar CaO pada tumpukan 1 dengan perolehan nilai sebelum di *blending* yakni 47,45%. Setelah dilakukannya *blending* batugamping maka diperoleh hasil kadar CaO dengan dicampurkan tumpukan 1 dan tumpukan 14 diperoleh hasil 64,75%, SiO₂ 4,26%, Al₂O₃ 3,17%, SO₃ 0,20%, Fe₂O₃ 0,37%, MgO 1,47%. *Blending* kadar batugamping yang dilakukan pada kadar SiO₂ pada tumpukan 1 dengan perbandingan 10%:90% perolehan nilai sebelum di *blending* yakni 24,1%. Setelah dilakukannya *blending* batugamping maka diperoleh hasil kadar SiO₂ dengan dicampurkan tumpukan 1 dan tumpukan 12 diperoleh hasil CaO 53,62%, SiO₂ 12,95%, Al₂O₃ 4,26%,

SO₃ 0.85%, Fe₂O₃ 1.35%, MgO 3.34% dan pada kadar 49.09%. Setelah dilakukannya blending batugamping maka diperoleh hasil kadar SiO₂ dengan dicampurkan tumpukan 9 dan tumpukan 12 diperoleh hasil CaO 51.87%, SiO₂ 15.45%, Al₂O₃ 5.60%, SO₃ 0.79%, Fe₂O₃ 1.74%, MgO 3.18%. Blending kadar batugamping yang dilakukan pada kadar Al₂O₃ pada tumpukan 9 dengan perbandingan 20%:80% perolehan nilai sebelum diblending yakni 18.04%. Setelah dilakukannya blending batugamping maka diperoleh hasil kadar Al₂O₃ dengan dicampurkan tumpukan 9 dan tumpukan 8 diperoleh hasil CaO 58.67%, SiO₂ 11.47%, Al₂O₃ 5.85%, SO₃ 0.36%, Fe₂O₃ 1.37%, MgO 1.29 %

3. Litologi batuan yang terdapat pada sampel 1 sampai 15 memiliki litologi batuan yang berbeda yakni sampel 1,6,9,10 litologi batuan *mudstone*, sampel 2,3,11,13 litologi batuan *Packestone*, sampel 5,12,14,15 dengan litologi batuan *wackestone*, dan litologi batuan *Boundstone* pada sampel 4,7,8.
4. Batugamping yang memiliki kualitas kadar yang bagus dan berkualitas baik terdapat pada kuari A dan D dan batugamping yang memiliki kualitas kadar rendah terdapat di kuari B dan C. Batugamping yang memiliki kadar rendah dapat diatasi dengandilakukannya *blending* batugamping dengan memperhatikan standar yang digunakan dalam kualifikasi untuk meningkatkan efisiensi dalam aspek penambangan atau kualitas batugamping yang memenuhi standar industri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberi dukungan baik dalam bentuk dukungan, finansial, penyediaan fasilitas, maupun dukungan legalitas selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Admojo. Analisis kualitas batugamping sebagai bahan baku utama semen. Universitas Islam Riau; 2020.
- [2] ASTM. C618:92a Standard specification of Portland cement. West Conshohocken, PA: ASTM International; 1996.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. SNI 2049:2004 Penentuan kadar CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, Na₂O, K₂O, LOI dalam contoh batugamping, kalsit, dolomit, dan marmer. Bandung: Badan Standardisasi Nasional; 2018.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. SNI 15-2049:2004 Semen Portland. Bandung: Badan Standardisasi Nasional; 2018.
- [5] Boggs S. Principles of sedimentary and stratigraphy. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall; 2006.
- [6] Chatterjee S. Uses of industrial minerals, rocks, and freshwater. New York: CRC Press; 2009.
- [7] Dinda A. Kualitas batugamping sebagai bahan baku semen. Universitas Pembangunan Nasional Yogyakarta; 2019.
- [8] Duda RJ. Cement data book. Wiesbaden: Bauverlag; 1976.
- [9] Dunham RJ. Classification of carbonate rock according to depositional textures. In: AAPG Memoir No. 1. Tulsa, OK: American Association of Petroleum Geologists; 1962. p. 108-121.
- [10] Indocement Tunggal Prakarsa PT. Cirebon, Jawa Barat; 2024.
- [11] Nurwaskito A. Analisis kualitas batugamping sebagai bahan baku utama semen Portland pada PT. Semen Tonasa Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Geomine. 2015;2(1):45-52.
- [12] Mahendra. SWOT analysis as marketing strategy planning to revive shoe business in Trowulan, Mojokerto. Skripsi. Surabaya: Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Surabaya; 2013.
- [13] Panalytical. Application of X-ray diffraction in materials science. Almelo, Netherlands: Panalytical; 2019.
- [14] Smith J, Brown A. Application of X-ray diffraction in cement analysis. J Mater Sci. 2018;53(12):4567-79.
- [15] Parorak C, Yuwanto SH, Bahar H, Abdilbar AA. Geologi dan analisis kualitas batugamping sebagai bahan baku semen daerah Solokuro, Lamongan. Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan (SEMITAN). 2019;1(1):222-6.
- [16] Pettijohn FJ. Sedimentary rock. New York: Halper and Row; 1972.
- [17] Selley RC. Sedimentary rocks: limestones. Amsterdam: Elsevier; 2005.
- [18] Smallman RE, Bishop RJ. Metalurgi fisik modern dan rekayasa material. 6th ed. Jakarta: Erlangga; 1999.
- [19] Tucker ME. Sedimentary petrology – an introduction to the origin of sedimentary rocks. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1991.
- [20] Viklund A. Teknik pemeriksaan material menggunakan XRF, XRD, dan SEM-EDS. Jurnal Sains ITB. 2008;40(3):157-68.
- [21] Wibowo. Evaluasi kinerja subgrade limestone screening. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2017.