PENGARUH PENGURANGAN JUMLAH AIR PADA BETON DENGAN PENAMBAHAN POLYNEX HE

Muhammad Nuzul Ramadhan
Politeknik Negeri Bengkalis
grandrevoleo99@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the behavior of using Polynex HE in concrete mixtures. That from the other side the results of high-quality concrete work fas (cement water factor) must be low or the amount of water is small so that workability is low or difficult. The resulting concrete will also experience the emergence of air cavities even though the concrete has been compacted concrete. For this reason, added materials are needed, one of which is polynex HE.The method used in this test is by making a concrete mixture using SNI 7656: 2012 with Polynex HE as an added material to the concrete mixture by 1% of the weight of cement and a reduction in the amount of water 10%, 15%, 20%, 30% of the amount of normal concrete water. Treated concrete for 1 day, 3 days, 7 days, and 28 days.The parameters to be obtained in this study are the slump value, fill weight and concrete quality. From the test results, the slump value is obtained, the greater the reduction in the amount of water, the smaller the slump value obtained. As for the weight of the contents, the greater the reduction in the amount of water, the smaller the weight of the contents obtained. For concrete quality at the age of 28 days, compressive strength values range from 26.80 – 37.99 Mpa with a maximum value of 37.99 Mpa at BP1-30%.

Keywords : Concrete Quality, Slump Value, Fill Weight, Polynex HE, Job Mix

1. PENDAHULUAN

Beton dapat mempunyai kuat tekan yang sangat tinggi tetapi kuat tariknya sangat rendah. Kekuatan, keawetan dan sifal beton dipengaruhi oleh bahan-bahan dasar pembuatnya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan dan pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan perawatan. Dalam proses pembuatan adukan, semen berfungsi sebagai pengikat agregat dan mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat, sedangkan air berfungsi sebagai sarana yang memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan bcrlangsungnya pengerasan serta sebagai pelumas antara butir-butir agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Tingkat kcmudahan pengerjaan beton disebut dengan workability yang didapat diantaranya melalui pengujian slump. Kandungan air pada adukan beton akan berbanding terbalik dengan kekuatan yang dihasilkan dan berbanding lurus dengan nilai slump dan workability. Adukan beton dengan nilai slump tinggi tanpa bahan tambah tertentu akan menghasilkan nilai kekuatan beton yang lebih rendah sedangkan pengaruh dari hasil pengurangan kandungan air akan dapat meningkatkan kekuatan beton dan pengurangan nilai slump sehingga menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih besar tetapi tingkat pengerjaan akan lebih sulit. Bahan tambah diperlukan untuk mendapatkan workability, kekuatan, keawetan dan sifat beton tertentu.

Beton mutu tinggi merupakan beton dengan kekuatan yang tinggi (high strenght concrete) yang mempertimbangkan daya tahan beton (durability) serta kemudahan dalam pengerjaan beton (workability). Beton mutu tinggi dapat dipengaruhi atau dihasilkan dari beberapa hal, seperti fas (faktor air semen), kualitas agregat, bahan tambah dan pengerjaaan

(pencampuran, pemadatan, perawatan). Beton mutu tinggi menurut PD T-04-2004-C tentang tata cara pembuatan dan pelaksaaan beton berkekuatan tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan antara 40-80 Mpa. Bahwa dari sisi yang lain hasil pekerjaan beton yang bermutu tinggi fas (factor air semen) itu pasti rendah atau jumlah air nya itu sedikit sehingga workability itu susah. Beton yang di hasilkan juga akan mengalami timbulnya rongga rongga udara walaupun beton tersebut sudah di lakukan pemadatan beton.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian yang dilakukan ini adalah :

1. Mendapatkan hasil dari pengaruh penggunaan polynex (HE) dan % pengurangan jumlah air pada campuran beton terhadap nilai slump, mutu beton dan berat isi beton yang di hasilkan.
2. Mendapatkan besar hasil dari kuat tekan beton umur 1, 3, 7, dan 28 hari dengan variasi % pengurangan jumlah air dan penambahan polynex HE pada campuran beton.
3. Mendapatkan hasil pengaruh dari penambahan polynex he ke dalam campuran beton terhadap kemudahan pelaksanaan pekerjaan beton (workability)

Untuk dari itu di perlukan bahan tambah salah satunya polynex HE. Bahan tambahan (additive) ialah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan persentase tertentu yang bertujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Fungsi lainya dapat meningkatkan kelecakan (workability), kuat tekan, kuat tarik, dan sebagainya sesuai dengan kebutuhan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penyusunan Artikel Ilmiah ini penulis mengambil beberapa penelitian sebelumnya tentang pengaruh pengurangan jumlah air pada beton yang di tambahkan Polynex HE kedalam campuran beton, adapun penelitian sebelumnya ialah sebagai berikut :

a. Adri Triadi, Roestaman, Sulwan Permana (2021) telah melakukan penelitian dengan judul: " Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Tipe A (Water Reducing) Terhadap Sifat Sifat Beton" Hasil dari penelitian tersebut yaitu : Beton merupakan suatu material yang keras menyerupai batu yang dibuat dengan campuran semen, pasir, kerikil/split dan air serta dengan penambahan bahan lainnya yang dapat mempengaruhi beton itu sendiri. Penelitian ini menggunakan aditif sika viscocrete 1003 yang bertujuan untuk menambah nilai kuat tekan beton dari rancangan beton normal pada umur 14 hari. Urutan penelitian dimulai dari pengumpulan material, pengumpulan data, pengujian agregat, proses rekayasa, pembuatan benda uji, pengujian sample dan mengambil kesimpulan dari penelitian tersebut. Untuk persentase aditif sika viscocrete 1003 yaitu 0,2 % sampai 0,6 % diambil dari berat semen, ditambah dengan komposisi campuran beton normal dibuat dalam benda uji slinder ukuran 10 x 30 pada umur 14 hari. Penelitian dengan menggunakan aditif sika viscocrete 1003 ini menghasilkan nilai slump antara 75-100 mm. Nilai dari kuat tekan yang didapat dari penambahan superplasticizer ini pada umur 14 hari untuk penambahan 0,5 % dan 0,6 % mengalami penurunan berdasarkan perhitungan trendline. Pada campuran 0,2 % didapat nilai kuat tekan sebesar 14,33 MPa, campuran 0,3 % sebesar 14,99 MPa, campuran 0.4 % sebesar 13,67 MPa, Campuran 0,5 % sebesar 14,23 MPa dan campuran 0,6 % sebesar 14,23 dari kuat tekan beton normal dihasilkan sebesar 10,67.MPa

b. Mikael Wora, Fransiskus Xaverius Ndale Fakultas Teknik, Universitas Flores, Ende Flores, Indonesia telah melakukan penelitian dengan judul: " penggunaan bahan tambah additon h.e dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton mutu normal" Hasil dari penelitian tersebut yaitu : Penggunaan bahan tambah pada campuran beton merupakan solusi yang tepat untuk mendapat beton dengan mutu dan keawetan yang tinggi serta waktu sesuai perencanaan. Bahan tambah jenis Additon H.E. Jenis peneltian experimental serta metode analisi kuantitatif. Benda uji adalah silinder dengan diameter 15 cm dan panjang 30 cm. Jumlah benda uji sebanyak 108 buah (uji kuat tekan 54 buah dan uji tarik belah 54 buah) pengujian dilakukan pada beton

berumur 7, 14 dan 28 hari. Komposisi Additon H.E yang digunakan dalam campuran beton yaitu: 0 cc, 1 cc, 2 cc, 3 cc, 4 cc dan 5 cc per 1kg semen. Hasil penelitian pada uur 28 hari sebagai acuan dasar menunjukan bahwa penggunaan Additon H.E dari 1 cc - 5 cc ada peningkatan kuat tekan dari 28,58 Mpa ke 33,29 Mpa. Sedangkan kuat tarik dari 4,93 Mpa,ke 5,71 Mpa. Hasil ini menunjukan bahwa semakin banyak menggunakan Additon H.E dalam campuran beton makan kekuatan beton akan semakin meningkat.

Beton merupakan campuran material-material pembentuk beton, yaitu: agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dengan perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton sebagai salah satu bagian kontruksi yang penting, dimana pemakaian dan kegunaannya yang begitu luas dan umum. Beton merupakan bahan yang sangat bervariasi, kualitasnya dapat diperoleh dengan berbagai komposisi campuran dan tata cara pembuataannya. Kualitas beton juga sangat ditentukan dari tata cara perawatannya (Saputra & Hepiyanto, 2017).

Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu kesatuan massa yang kompak/padat. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antara butir- butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang mahal dari pada bahan dasar beton yang lain perlu diperhatikan/dipelajari secara baik. (Tjokoridimulyo, 2004, dalam Muhammad Ikhsan Saifuddin, 2012).

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton atau tulangannya. (Tata Cata Perhitungan Standar Beton Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002).

Polynex HE adalah zat aditif dalam sesuai dengan A.S.T.M.C 494 Tipe F dan berdasarkan Polikarboksilat. Polynex HE berfungsi sebagai peredam air dan HSP (High-superplasticizer) untuk mempercepat pengerasan beton dengan kisaran kekuatan tinggi. Polynex HE menyediakan properti dan keuntungan;

1. Meningkatkan waktu pengaturan dalam cuaca panas.
2. Meningkatkan kemampuan kerja tanpa meningkatkan jumlah air.
3. Meningkatkan kekuatan beton.
4. Mempercepat kekuatan beton.
5. Kemudahan beton yang mengalir.
6. Sangat cocok untuk produk yang membutuhkan pembongkaran dari cetakan dalam waktu singkat.
7. Bebas klorida, tidak merusak tulangan besi.

Polynex HE umumnya digunakan dengan dosis 0,6 ~ 1,5% dari berat semen. Dosis dapat disesuaikan dengan waktu tunda yang diinginkan.

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

a. Pengujian Slump Test

Pengujian nilai slump adalah cara untuk mengukur suatu kelecakan adukan beton, yaitu untuk mengukur keenceran atau kekentalan suatu adukan beton. Jika nilai slump yang didapat semakin rendah maka itu berarti adukan beton tersebut semakin kental begitu juga sebaliknya.

b. Pengujian Berat Isi Beton

Pada tahap ini untuk pengujian berat isi beton di lakukan dengan cara penimbangan. Pengujian berat isi beton ini di lakukan sebelum di lakukan pengujian kuat tekan beton.

c. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan umur pengujian 1, 3, 7, dan 28 hari melalui proses curring (perawatan) terlebih dahulu.Besarnya kuat tekan tekan beton akan menunjukkan baik tidaknya mutu pelaksanaan beton. Apabila mutu pelaksanaan beton tepat dan benar maka akan didapat mutu beton sesuai dengan yang diinginkan.Untuk pengujian kuat tekan beton, sampel benda uji harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum akan dilakukannya pengujian kuat tekan beton tersebut.

Lokasi

a. Tempat Pelaksanaan

Tempat pelaksanaan penelitian pengujian agregat dan job mix design yaitu di Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil, Kampus Politeknik Negeri Bengkalis, Kec.Bengkalis, Kab. Bengkalis, Prov. Riau.

b. Waktu Pelaksanaan

Waktu Pelaksanaan Penelitian Pengujian Agregat Dan job mix design di lakukan dengan jangka waktu ± sekitar 2 bulan yaitu dari bulan Desember sampai Januari.

Alat Dan Bahan

a. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan pada pengujian beton adalah sebagai berikut :

1. Mesin Pengaduk/Molen
2. Cetakan Silinder
3. Mesin Uji Kuat Tekan (Compression Machine)
4. Alat Penguji Slump
5. Saringan Dan Mesin Sieve Shaker
6. Timbangan Digital
7. Jangka Sorong (Mistar)
8. Mould
9. Timbangan Manual
10. Picnometer
11. Kerucut Abrams
12. Oven

b. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada pengujian beton adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland (PCC)
2. Agregat Halus (pasir)
3. Agregat Kasar (kerikil)
4. Air
5. Zat Aditif

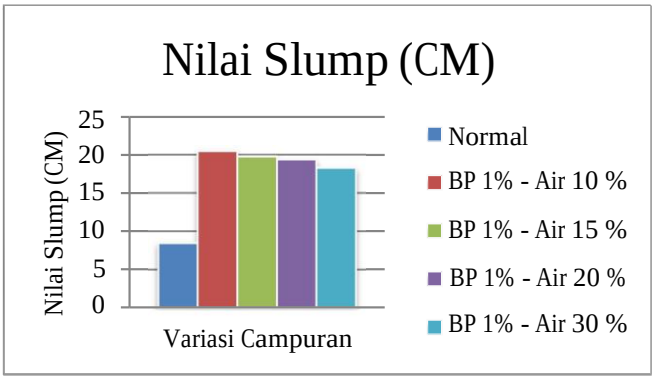
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian dan Pembahasan Pengujian Slump

Hasil penelitian dan pembahasan disajikan secara jelas pada tabel, gambar/grafik, atau foto yang ada di bawah ini :

Tabel 1. Nilai Slump Untuk Setiap Nilai Presentase

No	Nilai Slump Beton (cm)				
	Normal	BP1-A10	BP1-A15	BP1-A20	BP1-A30
1	8,5	20,5	19,8	19,4	18,3



Gambar 1. Diagram Hasil Pengujian Nilai Slump

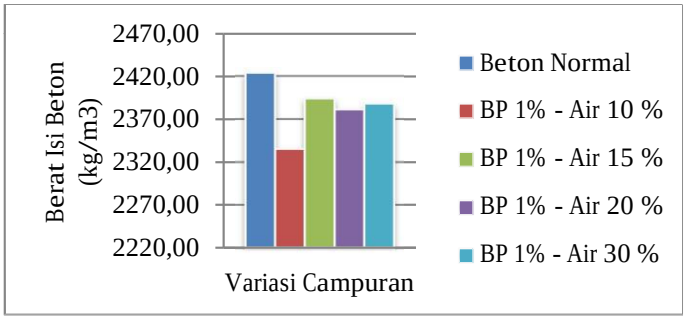
Dari hasil pengujian slump berdasarkan Gambar di atas dapat di ketahui bahwa penambahan zat additive (Polynex HE) dapat meningkatkan nilai slump atau membuat campuran adukan beton semakin encer. Seiring dengan di lakukan pengurangan jumlah air mulai dari 10-30% juga mempengaruhi nilai slump. Semakin besar pengurangan jumlah air maka semakin kecil nilai slump yang di proleh.

Hasil Penelitian dan Pembahasan Berat Isi Beton

Hasil penelitian dan pembahasan disajikan secara jelas pada tabel, gambar/grafik, atau foto yang ada di bawah ini :

Tabel 2. Rekap Data Berat Isi Beton

No	Benda Uji	Berat Isi Beton (kg/m3)
1	Beton Normal (BN)	2423,70
2	BP 1% - Air 10 %	2335,29
3	BP 1% - Air 15 %	2394,02
4	BP 1% - Air 20 %	2381,35
5	BP 1% - Air 30 %	2387,81



Gambar 2. Diagram Berat Isi Beton Terhadap Variasi % Pengurangan Jumlah Air

Dari hasil pengujian berat isi berdasarkan Gambar di atas dapat di simpulkan beton yang di tambahkan polynex HE berat nya itu lebih ringan dari beton normal (BN). Pertama di karenakan factor dari pengurangan jumlah air setiap variasi beton mulai dari pengurangan jumlah air 10%-30% otomatis dengan di lakukan pengurangan air tersebut berat isi pada campuran beton yang di hasilkan pasti berkurang dari berat isi beton normal di mana dalam campuran beton tersebut sudah di kurangin air sekian % sedangkan yang kedua dari factor pemadatan di mana dalam pengujian berat isi ini campuran beton yang sudah di letakkan ke dalam cetakan silinder itu mengalami pengendapan atau campuran beton seperti kerikil dia

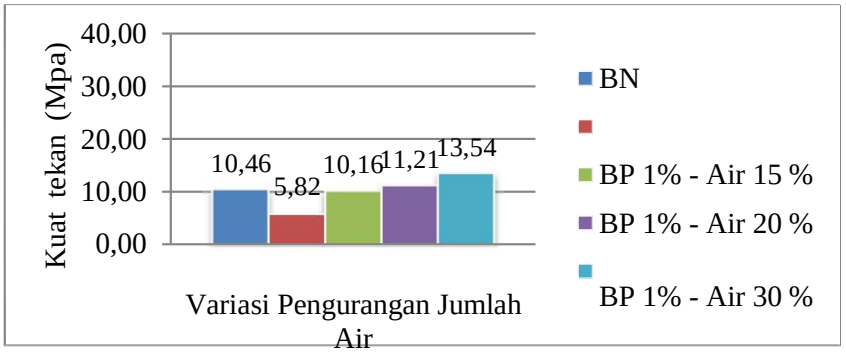
mengalami penurunan di karenakan dari bahan tambah polynex HE. Untuk dari itu setiap di lakukan pengurangan jumlah air maka berat isi beton yang di hasilakn mengalami penurunan.

Hasil Penelitian dan Pembahasan Kuat Tekan Beton

Hasil penelitian dan pembahasan disajikan secara jelas pada tabel, gambar/grafik, atau foto yang ada di bawah ini :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 1 hari

Umur 1 Hari	
Benda Uji	Kuat Tekan (Mpa)
Beton Normal (BN)	10,46
BP 1% - Air 10 %	5,82
BP 1% - Air 15 %	10,16
BP 1% - Air 20 %	11,21
BP 1% - Air 30 %	13,54

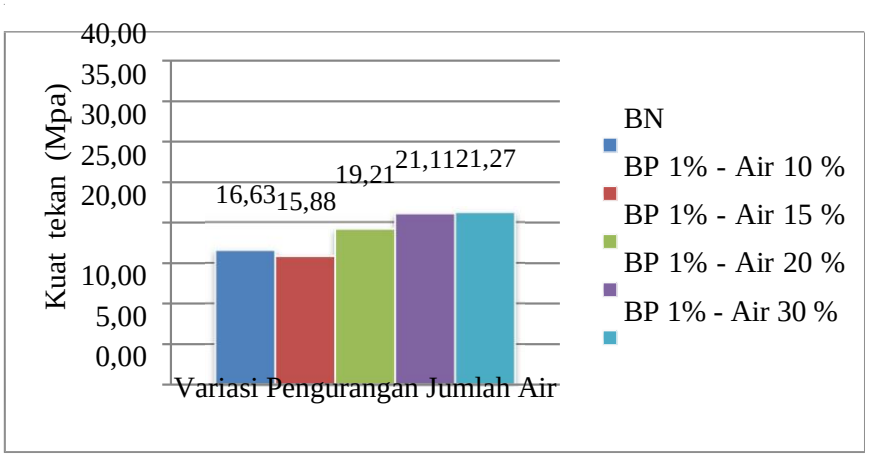


Gambar 3. Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 1 Hari

Dari hasil yang ditunjukan pada gambar di atas beton normal (BN) sebagai acuan atau kontrol dalam penelitian. Pengujian kuat tekan beton tanpa campuran Zat Additive (Polynex HE) atau beton normal (BN) mempunyai kuat tekan sebesar 10,46 MPa. Kuat tekan beton tertinggi di dapat pada BP1-30 % sebesar 13,54 MPa , sedangkan kuat tekan minimum diperoleh oleh BP1-10% sebesar 5,82 MPA , Dapat di simpulkan bahwa pada umur 1 hari beton semakin besar % jumlah pengurangan air maka semakin tinggi mutu beton yang di dapat jika di bandingkan dengan beton normal (BN).

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 3 hari

Umur 3 Hari	
Benda Uji	Kuat Tekan (Mpa)
Beton Normal (BN)	16,63
BP 1% - Air 10 %	15,88
BP 1% - Air 15 %	19,21
BP 1% - Air 20 %	21,11
BP 1% - Air 30 %	21,27

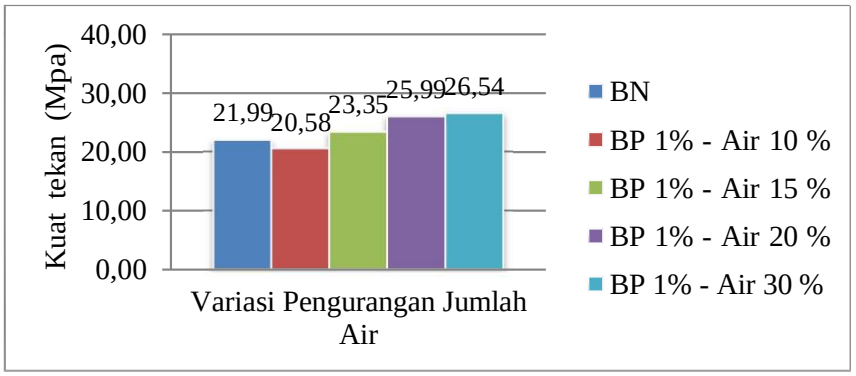


Gambar 4. Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari

Dari hasil yang ditunjukan pada gambar di atas beton normal (BN) sebagai acuan atau kontrol dalam penelitian. Pengujian kuat tekan beton tanpa campuran Zat Additive (Polynex HE) atau beton normal (BN) mempunyai kuat tekan sebesar 16,63 MPa. Kuat tekan beton tertinggi di dapat pada BP1-30 % sebesar 21,27 MPa , sedangkan kuat tekan minimum diperoleh oleh BP1-10% sebesar 15,58 Mpa, Dapat di simpulkan bahwa pada umur 3 hari beton semakin besar % jumlah pengurangan air maka semakin tinggi mutu beton yang di dapat jika di bandingkan dengan beton normal (BN).

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 7 hari

Umur 7 Hari	
Benda Uji	Kuat Tekan (Mpa)
Beton Normal (BN)	21,99
BP 1% - Air 10 %	20,58
BP 1% - Air 15 %	23,35
BP 1% - Air 20 %	25,99
BP 1% - Air 30 %	26,54



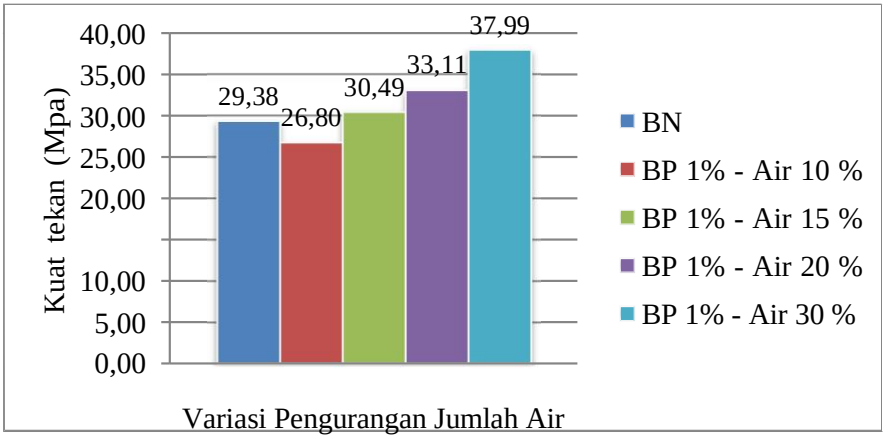
Gambar 5. Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Dari hasil yang ditunjukan pada gambar di atas beton normal (BN) sebagai acuan atau kontrol dalam penelitian. Pengujian kuat tekan beton tanpa campuran Zat Additive (Polynex HE) atau beton normal (BN) mempunyai kuat tekan sebesar 21,99 MPa. Kuat tekan beton tertinggi di dapat pada BP1-30 % sebesar 26,54 MPa , sedangkan kuat tekan minimum diperoleh oleh BP1-10% sebesar 20,58 Mpa , Dapat di simpulkan bahwa pada umur

7 hari beton semakin besar % jumlah pengurangan air maka semakin tinggi mutu beton yang di dapat jika di bandingkan dengan beton normal (BN).

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 28 hari

Umur 28 Hari	
Benda Uji	Kuat Tekan (Mpa)
Beton Normal (BN)	29,38
BP 1% - Air 10 %	26,80
BP 1% - Air 15 %	30,49
BP 1% - Air 20 %	33,11
BP 1% - Air 30 %	37,99



Gambar 6. Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Dari hasil yang ditunjukan pada Gambar 4.13 beton normal (BN) sebagai acuan atau kontrol dalam penelitian. Pengujian kuat tekan beton tanpa campuran Zat Additive (Polynex HE) atau beton normal (BN) mempunyai kuat tekan sebesar 29,38 MPa. Kuat tekan beton tertinggi di dapat pada BP1-30 % sebesar 37,99 MPa , sedangkan kuat tekan minimum diperoleh oleh BP1-10% sebesar 26,80 Mpa , Dapat di simpulkan bahwa pada umur 28 hari beton semakin besar % jumlah pengurangan air maka semakin tinggi mutu beton yang di dapat jika di bandingkan dengan beton normal (BN).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

dari hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan, penulis dapat mengambil kesimpulan antara lain :

1. Pengaruh penggunaan Polynex HE dengan di lakukan pengurangan jumlah air pada beton berpengaruh berdasarkan kadar campurannya, di mana pengaruh penggunaan polynex HE pada campuran beton dapat meningkatkan nilai slump dan mempermudah pengadukan beton. sedangkan untuk berat isi nilai nya semakin kecil dengan di lakukan penambahan polynex HE pada campuran beton. Untuk mutu betonnya semakin naik dengan di lakukan pengurangan jumlah air dan nilai maksimum kuat tekan di dapat pada pengurangan air 30% sebesar 37,9 Mpa pada umur 28 hari. Hasil tersebut menunjukan bahwa hasil dari kuat tekan BP1-30% mengalami kenaikan sekian persen sebesar 29,3 % dari beton normal (BN).
2. Dengan di lakukan penambahan polynex HE 1% dengan pengurangan jumlah air pada campuran beton di dapat nilai maximum kuat tekan untuk umur 1 hari pada BP1-30% sebesar 13,54 Mpa, nilai minimum sebesar 5,82 Mpa pada BP1-10%. Untuk kuat tekan umur 3 hari di dapat nilai maximum pada BP1-30% sebesar 21,27 Mpa, untuk nilai

minimum sebesar 15,88 Mpa pada BP1-10%. Sedangkan untuk umur 7 hari kuat tekan beton di dapat nilai maximum pada BP1-30% sebesar 26,54 Mpa, untuk nilai minimumnya sebesar 20,58 Mpa pada BP1-10%. Dan untuk umur 28 hari kuat tekan di peroleh nilai maximumnya sebesar 37,99 Mpa pada BP1-30%, untuk nilai minimumnya di dapat sebesar 26,80 Mpa pada BP1-10%.

3. Dengan di lakukan penambahan Polynex HE ini dapat meningkatkan workability atau kemudahan pelaksanaan pekerjaan. Untuk nilai maksimumnya di dapat pada pengurangan air 10%. Dan meningkat sekian % dari nilai slump tanpa menggunakan Polynex HE.

Saran

Dalam pelaksanaan penelitian ini ada beberapa saran dari penulis agar dapat lebih meningkatkan hasil pengujian di laboratorium antara lain:

1. Saat melakukan pengujian propertis harus teliti dan periksa kembali apakah semua pengujian sudah dilakukan sesuai prosedur atau langkah-langkahnya.
2. Material yang akan digunakan sebaiknya diletakkan pada tempat yang terlindung dari air hujan dan panas matahari.
3. Gunakan alat pelindung diri agar tidak terjadi hal-hal yang dapat merugikan diri sendiri serta benda yang ada disekitar.

6. DAFTAR PUSTAKA

Adri Triadi, Roestaman, Sulwan Permana (2021). Tentang Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Tipe A (Water Reducing) Terhadap Sifat Sifat Beton.

Mikael Wora, Fransiskus Xaverius Ndale (2021). Tentang penggunaan bahan tambah additon he dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton mutu normal.

Saputra & Hepiyanto, (2017). Tentang pengertian beton. Di Akses Pada tanggal 17 Oktober 2022.

Tjokoridimulyo, 2004, dalam Muhammad Ikhsan Saifuddin, (2012). Tentang Fungsi Semen. Di Akses Pada tanggal 20 Oktober 2022.

Badan Standar Nasional (2002), Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung. Di Akses Pada Tanggal 20 Oktober 2022. (SNI 03-2847-2002)