

ISSN 2088-2424 (cetak)
ISSN 2527-3892 (elektronik)

JURNAL QUA TEKNIKA

Vol.9, No.1, Maret 2019

Diterbitkan Oleh:
UNIVERSITAS ISLAM BALITAR (UNISBA)

Fakultas Teknik

Jl Mojopahit No. 12A Telp/Fax. (0342) 813145 Blitar, Jawa Timur

<https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/qua>



UNISBA

www.unisbablitar.ac.id

QUATEKNIKA

Jurnal Ilmiah Ilmu Teknik
Fakultas Teknik Universitas Islam Balitar

Susunan Redaksi

Manager Direktur:

Ahmad Yufron, S.T, M.M

Mitra Bestari :

Prof.Dr.Ir. Adang Suwandi Ahmad (ITB – Bandung)
Dr. Enjang Ahmad Juanda, M.Pd, M.T. (UPI – Bandung)
Dr. Ir. Sri Umniati, M.T, (UM – Malang)
Dr. Nindyawati S.T., M.T. (UM – Malang)
Sucipto, M.Kom (UNP – Kediri)

Editor Kepala :

Nurjanah, S.T, M.Eng

Editor Bagian:

Syamsudin Nur Wahid, S.Si., M.Si
Hazairin Nukmatul Lukma, S.Si, M.Pd
Eka Wahyu Irawati, S.Pd
Achendri M. Kurniawan, S.Pd, M.T
Deddy Setyawan, M.Pd

Editor Layout :

Sri Widoretno, M.T

Alamat Redaksi :

Fakultas Teknik Universitas Islam Balitar, Blitar
Jl. Majapahit No. 04 Kota Blitar Telp/Fax. 0342-813145

QUA TEKNIKA

JURNAL ILMIAH ILMU-ILMU TEKNIK

EVALUASI ANGGARAN BIAYA MENGGUNAKAN BATU MERAH DAN BATU BATA RINGAN GEDUNG KANTOR KELURAHAN BARENG KECAMATAN KLATEN TENGAH KABUPATEN KLATEN Sely Novita Sari	1
PENGARUH PENGUJIAN <i>HARDENING</i> PADA BAJA KARBON RENDAH SEBAGAI SOLUSI PENINGKATAN KUALITAS MATERIAL Nila Nurlina	11
ANALISIS PERUBAHAN SUHU RUANGAN DAN PROSENTASE PEMAKAIAN H₂SO₄ (ASAM SULFAT) DALAM MEMPENGARUHI PENGUJIAN RATIO COVER DAN KEKUATAN FILAMENT POLYESTER BENANG CORE-SPUN 128 D-TEX DI MESIN CORE SPINNING MERK RIETER TYPE G-5 Ahmad Yufron	21
PENGARUH BAHAN TAMBAHAN TEXAPON TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN Nurjanah, Ega Dyah Agvantri	31
ANALISIS PENGARUH ARUS EKSITASI PADA GENERATOR SINKRON TERHADAP PEMBEBANAN DI PLTA WLINGI PT PJB UP BRANTAS Yudistira Heri Istanto	43

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10

EVALUASI ANGGARAN BIAYA MENGGUNAKAN BATU MERAH DAN BATU BATA RINGAN GEDUNG KANTOR KELURAHAN BARENG KECAMATAN KLATEN TENGAH KABUPATEN KLATEN

Sely Novita Sari

**Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi, Yogyakarta
Jalan Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta**

Email : sely.novita@sttnas.ac.id

ABSTRAK

Light brick is an alternative to making walls in addition to the red brick series used by ordinary people. The purpose of this study is to compare the calculation of budget costs and the need to use red brick walls with light brick walls. The implementation method is to calculate the unit price analysis of the installation of red brick and light brick, the AHS is multiplied by the volume and the RAB is obtained, then the calculated RAB is compared between the two. Conclusion the price of installing a red brick wall pair is Rp. 44,128,086.00. The price of installing a lightweight brick wall pair is Rp. 85,295,824.71. The difference between the two jobs is Rp. 41,167,738.71. The percentage difference between the two jobs is 48.3%.

Kata Kunci: Wall, Brick, Red, Light, Comparison

PENDAHULUAN

Pembangunan berkembang sangat pesat, pembangunan dari banyak aspek dilaksanakan di daerah akibat otonomi yang menghasilkan pembangunan sarana prasarana di tingkat daerah dilakukan dengan pesat. Pembangunan yang berkembang tersebut sudah masuk ke pembangunan gedung-gedung daerah untuk ditingkatkan fungsinya. Saat ini banyak pembangunan gedung kelurahan atau tingkat daerah dibangun ulang karena gedung yang lama sudah tidak bisa menampung kebutuhan isi di dalamnya, pembangunan diperlukan desain struktur dan biaya optimum sehingga harus mengestimasi biaya pembangunan gedung baru. Salah satu faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi adalah material yang akan digunakan. Pelaksanaan pembangunan gedung terutama gedung tingkat tinggi sudah sangat populer dengan menggunakan bata ringan sebagai pengganti bata merah untuk pekerjaan pemasangan dinding karena memiliki kebutuhan material yang lebih sedikit per meter luasannya. Bata ringan memiliki kekurangan yaitu harganya lebih tinggi dibandingkan dengan harga bata merah, sehingga penggunaan bata ringan masih didominasi pada pekerjaan gedung bertingkat tinggi. Latar belakang diatas yang membuat terjadinya penelitian ini, bagaimana penerapan bata ringan pada gedung pemerintahan daerah dilaksanakan dari segi Anggaran Biayanya, sehingga didapat tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui persentase perbandingan anggaran biaya pekerjaan pasangan dinding bata merah dan dinding bata ringan.

Rancangan anggaran biaya adalah perhitungan biaya yang digunakan untuk penggunaan bahan dan upah tenaga kerja, serta biaya lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan tersebut (Ibrahim, 1993). Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk menyusun anggaran biaya dapat dilihat dari langkah-langkah berikut yaitu [1] mencari data primer berupa jenis pengerjaan bangunan, harga sekitaran yang berlaku, seta mencari pemasok atau kemampuan pasar dalam menyediakan material konstruksi secara terus menerus. [2] mencari data primer tentang upah harian tenaga kerja yang berlaku di daerah sekitaran lokasi daerah proyek, biasanya data upah tenaga kerja menggunakan data pekerja harian pemerintah daerah setempat untuk penyamarataan harga, tetapi bisa juga menggunakan data upah harian tenaga menggunakan data keseharian pekerja lokasi proyek. [3] Melakukan perhitungan analisis bahan dan upah dengan menggunakan analisis yang sudah distandarkan untuk tujuan pemerataan perhitungan anggaran. Dipasaran terdapat buku BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*) dan pemerintah menyiapkan SNI untuk menghitung Analisa Harga Satuannya. [4] Melakukan perhitungan harga satuan pekerjaan dengan menggunakan hasil analisis harga satuan pekerjaan dan daftar kuantitas pekerjaan. [5] Membuat Rekapitulasi dari seluruh kegiatan pelaksanaan proyek sehingga didapat rancangan anggaran biaya proyek yang diinginkan (Erviyanto, 2007)

Manajemen biaya proyek adalah proses yang diperlukan untuk memastikan dan memantau proyek akan diselesaikan sesuai dengan rancangan anggaran biaya yang telah disepakati. Biaya proyek atau anggaran proyek biasanya sangat terbatas sehingga diperlukan pengelolaan yang baik agar pengeluaran biaya proyek optimal. Pengelolaan biaya proyek disebut manajemen biaya proyek yang digunakan untuk menyelesaikan kegiatan dalam jadwal proyek agar tidak melampaui waku yang sudah ditetapkan. Manajemen biaya proyek meliputi proses-proses yang diperlukan untuk menjamin anggaran biaya yang telah disepakati cukup untuk menyelesaikan semua

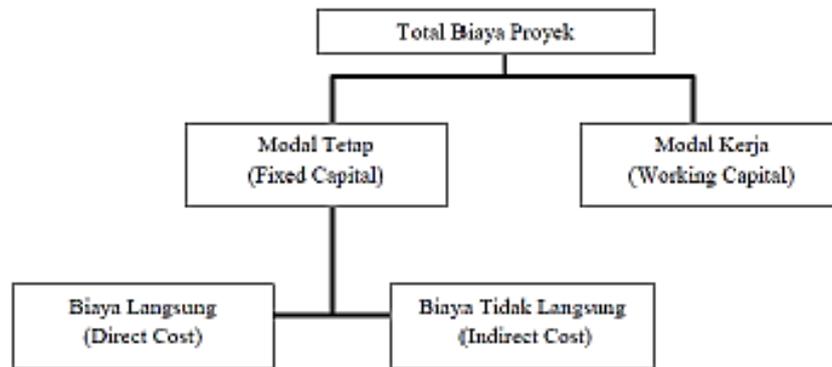
Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10

pekerjaan dalam lingkup proyek. Saat pelaksanaan proyek selalu ada pekerjaan yang diluar perhitungan maka manajemen biaya proyek juga harus mempersiapkan beberapa langkah alternatif untuk menyelesaikan permasalahan lapangan diluar perencanaan. Proses-proses manajemen proyek yaitu:

1. Perencanaan sumber daya
2. Estimasi biaya (*cost estimating*)
3. Penganggaran biaya (*cost budgeting*)
4. Pengendalian biaya (*cost control*)

Biaya adalah semua pengorbanan yang perlu dilakukan untuk suatu proses menghasilkan barang atau produk untuk mencapai tujuan spesifik atau untuk mendapatkan sesuatu sebagai gantinya yang dinyatakan dengan uang menurut harga yang berlaku. Biaya proyek adalah biaya yang digunakan selama proyek itu dilaksanakan sampai proyek tersebut selesai pelaksanaannya. Berdasarkan pengertiannya, biaya terdiri dari biaya langsung (*direct*) dan biaya tidak langsung (*indirect*).

Biaya langsung (*direct*) adalah biaya yang terkait secara langsung dengan suatu proyek atau pekerjaan sehingga dapat ditelusuri secara tepat pembiayaannya. Contoh dari biaya langsung yaitu, upah tenaga kerja, pembelian bahan kebutuhan proyek, dll. Biaya tidak langsung (*indirect*) adalah biaya yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek, tetapi tidak dapat ditelusuri secara tepat pembiayaannya. Contoh biaya tak langsung yaitu tagihan telepon perusahaan, biaya sewa bangunan kantor untuk kegiatan proyek.



Gambar 1. Klasifikasi Perkiraan Biaya Proyek (Imam Soeharto, 1995)

Anggaran biaya adalah harga dari bangunan yang dianalisis biayanya dengan cermat, teliti dan memenuhi syarat yang disepakati. Anggaran biaya pada bentuk bangunan yang sama akan berbeda disetiap masing-masing daerah, perbedaan tersebut disebabkan oleh harga satuan upah dan harga bahan disetiap daerah tidak sama. Biaya (anggaran) adalah jumlah dari hasil perhitungan volume pekerjaan yang dilakukan dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan.

Secara umum dapat disimpulkan sesuai rumus berikut

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume}) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Hal-hal yang perlu dipersiapkan dalam penyusunan rencana anggaran biaya adalah sebagai berikut :

Persiapan Membuat Anggaran biaya

- a. Tersedianya Gambar Rencana (Lengkap Termasuk Detail)

Gambar yang lengkap, jelas dan rinci sangat diperlukan untuk memudahkan perhitungan volume pekerjaan. Perhitungan volume pekerjaan dilakukan dengan cara menghitung seluruh volume pelaksanaan pekerjaan berdasarkan gambar kerja yang telah disepakati, kemudian dirincikan secara khusus sesuai dengan pekerjaan pelaksanaan yang akan dihitung. Gambar rencana ini sedikitnya harus meliputi gambar denah, potongan, tampak (depan, samping kanan, samping kiri, dan belakang), struktur rencana atap, serta gambar detailnya.

- b. Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)

RKS berfungsi dalam menentukan spesifikasi material bahan, kualitas dan metode pelaksanaannya. Secara umum RKS meliputi aspek teknis dan administratif yang terdiri dari jenis bahan, kualitas, standar pekerjaan maupun bahan, jaminan aturan pembayaran dan lainnya.

- c. Survei Bahan dan Material, survei ini berguna untuk :
 1. Mengetahui harga dipasaran sekitaran proyek.

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10

2. Mengetahui perubahan harga dan ketersediaannya bahan dipasaran (kemampuan pasar menyediakan bahan material)
3. Mengetahui kebutuhan material maupun alat yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek.
4. Bahan-bahan khusus yang tidak bisa langsung ada dipasaran sekitar, termasuk bila harus dipesan terlebih dahulu (*special order*).
- d. Survei Upah Tenaga kerja, meliputi :
 1. Upah mandor, tukang dan tenaga.
 2. Upah jasa borong dan juga mengetahui harga satuan material
 3. Produktifitas dari para tenaga kerja.
- e. Survei Kondisi Lapangan
Survei kondisi lapangan merupakan survei terhadap kondisi dan letak proyek, karena ini akan terkait dengan persediaan bahan dan material, kondisi jalan menuju proyek untuk pengangkutan bahan, termasuk juga yang berkaitan dengan ketersediaannya air disekitar lingkungan proyek. Selain itu berkaitan dengan aspek ekonomi sosial dan budaya pada daerah tersebut
- f. Data-data lain yang secara khusus diperlukan baik secara teknis maupun nonteknis.
Pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Data yang diperlukan dalam pelaksanaan pembuatan rencana anggaran biaya (RAB) adalah sebagai berikut:
 1. Daftar analisis, baik analisis SNI yang berlaku maupun BOW hasil perhitungan lapangan, daftar analisis ini biasanya konsultan dan kontraktor memiliki acuan tersendiri atau menyesuaikan dengan acuan yang ada dipemerintahan.
 2. Volume pekerjaan yang diperhitungkan secara keseluruhan
 3. Tingkat kesulitan pekerjaan juga harus dipahami dan diperhitungkan secara teknis dan non teknis seperti dari segi waktu pelaksanaan, artinya bila pekerjaan tersebut memerlukan keahlian tersendiri atau membutuhkan waktu pekerjaan yang lebih cepat atau lama dalam kondisi proyek kritis.

Analisa harga satuan pekerjaan merupakan perhitungan analisa bahan, upah tenaga kerja, dan peralatan untuk membuat satu-satuan pekerjaan tertentu yang diatur standar yang ditetapkan, dari hasilnya didapatkan koefisien untuk mengalikan bahan, upah tenaga kerja, dan peralatan segala jenis pekerjaan proyek. Harga satuan pekerjaan terdiri dari tiga komponen, yaitu:

- a. Analisa harga satuan bahan/ material
Menghitung volume masing-masing bahan yang digunakan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan. Kebutuhan bahan dan material ialah besarnya jumlah bahan dan material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah pekerjaan. (Ibrahim, 1993)
Kebutuhan bahan dapat dicari dengan rumus berikut

$$\Sigma \text{ Bahan} = \text{Volume pekerjaan} \times \text{Koefisien analisa bahan}$$

Koefisien analisa bahan merupakan koefisien kuantum yang memperlihatkan kebutuhan bahan bangunan untuk setiap satuan jenis pekerjaan. Analisa bahan dari suatu pekerjaan merupakan kegiatan menghitung volume masing-masing bahan yang dibutuhkan, serta menunjukkan kebutuhan bahan yang diperlukan untuk menghasilkan volume kebutuhan pekerjaan tersendiri yang akan dikerjakan .

1. Analisa harga satuan upah tenaga
Menghitung banyaknya tenaga yang digunakan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan tersebut. Kebutuhan tenaga kerja ialah besarnya jumlah tenaga kerja yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tergantung dari kualitas dan kuantitas pekerjaannya (Ibrahim, 1993). Secara umum jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk suatu volume pekerjaan tertentu dapat dicari dengan rumus berikut.

$$\Sigma \text{ Tenaga Kerja} = \text{Volume pekerjaan} \times \text{Koefisien analisa tenaga}$$

2. Analisa harga satuan alat
Analisa harga satuan alat adalah menghitung kebutuhan alat yang diperlukan serta besarnya biaya persewaan alat, untuk dapat menyelesaikan pekerjaan konstruksi. Volume pekerjaan adalah menghitung banyaknya pekerjaan dalam satu satuan luasan atau volume. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan, jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan (Ibrahim, 1993). Menghitung volume masing-masing pekerjaan terlebih dahulu dengan menguasai gambar

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10

bestek berikut gambar detail/penjelasan secara terinci. Gambar mulai dari denah sampai rencana sanitasi, masing-masing gambar dilengkapi dengan simulasi dan gambar isometrik untuk memudahkan menghitung bagian penting yang tidak terlihat pada gambar bestek.

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis pekerjaannya. Harga bahan didapat di pasaran sekitar lokasi, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja didapatkan dilokasi atau menggunakan daftar tenaga kerja dari pemerintah sekitar dikumpulkan dan di catat dalam satu daftar dinamakan daftar harga satuan upah. Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah berbeda-beda tergantung dengan kebutuhan daerahnya. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu proyek, harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di pasaran dan lokasi pekerjaan. (Ibrahim, 1993)

Daftar harga satuan bahan berisi daftar bahan-bahan bangunan yang akan digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan sebuah proyek. Satuan dari bahan-bahan bangunan tersebut tergantung dari jenis dan macam bahan-bahan bangunan yang dibutuhkan. Daftar harga satuan upah tenaga berisi upah orang harian dari tenaga kerja yang akan digunakan sebagai tenaga pelaksana lapangan. Tenaga kerja yang biasa digunakan untuk sebuah proyek, yaitu pekerja, tukang, kepala tukang, mandor, dan sebagainya. (Djojowirono, 1991)

Upah tenaga kerja didapatkan dilokasi, dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Upah. Untuk menentukan upah tenaga kerja dapat diambil standar harga yang berlaku di pasaran atau daerah tempat proyek dikerjakan yang sesuai dengan spesifikasi dari dinas Pekerjaan Umum (PU). Untuk meentukan harga bangunan dapat diambil standar harga yang berlaku di pasar atau daerah tempat proyek dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dari dinas Pekerjaan Umum (PU) setempat yang dinamakan Daftar Harga Satuan Bahan. Pada analisa ini sudah termasuk peralatan kerja atau setiap pekerja harus mempunyai peralatan kerja sendiri yang mendukung keahlian masing-masing. Untuk menentukan harga satuan alat dapat diambil standar harga yang berlaku di pasar atau daerah tempat proyek dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dari dinas Pekerjaan Umum setempat yang dinamakan Daftar Harga Satuan Alat. Secara umum dapat disimpulkan rumus berikut.

$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = H. S. \text{ Bahan} + H. S. \text{ Upah} + H. S. \text{ Alat}$$

Tabel 1. Analisa Harga Satuan pasangan dinding bata merah menurut SNI 2016
A.4.4.1.9 Pemasangan 1m² dinding bata merah (5x11x22) cm tebal ½ batu campuran ISP :4PP

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,300		
	Tukang batu	L.02	OH	0,100		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,010		
	Mandor	L.04	OH	0,015		
				JUMLAH TENAGA KERJA		
B	BAHAN					
	Bata merah		buah	70,000		
	Semen Portland		Kg	11,500		
	Pasir pasang		m ³	0,043		
				JUMLAH HARGA BAHAN		
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					
E	<i>Overhead & Profit (Contoh 15%)</i>			15% x D (maksimum)		
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

Dinding adalah suatu struktur padat yang membatasi dan kadang melindungi suatu area. Umumnya, dinding membatasi suatu bangunan dan menyokong struktur lainnya, membatasi ruang dalam bangunan menjadi ruangan-ruangan, atau melindungi atau membatasi suatu ruang di alam terbuka. Tiga jenis utama dinding struktural adalah dinding bangunan, dinding pembatas (*boundary*), serta dinding penahan (*retaining*). Dinding bangunan memiliki dua fungsi utama, yaitu menyokong atap dan langit-langit, membagi ruangan, serta melindungi terhadap intrusi dan cuaca. Bata merah adalah suatu unsur arsitektural mendukung konstruksi inti bangunan yang terbuat

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10

dari tanah dan campuran bahan-bahan lain yang dibakar dengan suhu tinggi, hingga tidak bisa hancur bila direndam oleh air. Bata ringan adalah campuran pasir kwarsa, semen, kapur, sedikit gypsum, air, dan aluminium pasta sebagai bahan pengembang (pengisi udara secara kimiawi) dilakukan campuran dengan kimiawi sehingga menghasilkan beton yang ringan akibat rongga-rongga udara yang ada. Bata ini cukup ringan, halus, dan memiliki tingkat kerataan yang baik sehingga bisa langsung diberi aci tanpa harus diplester terlebih dahulu. Bahan untuk acian biasanya menggunakan semen instan atau semen khusus. Semen ini berbahan dasar pasir silika, semen, *filler*, dan zat aditif. Penggunaannya hanya dicampur dengan air, tetapi dapat juga menggunakan bahan seperti pemasangan batako. Bata Celcon memiliki ukuran 60 cm 20 cm dengan ketebalan 8-10 cm.

Tabel 2. Analisa Harga Satuan pasangan dinding bata ringan menurut SNI 2016
A. 4.4.1.25 Pemasangan 1 m² dinding bata ringan tebal 7,5 cm dengan mortar siap pakai

B.

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0.67		
	Tukang batu	L.02	OH	1.300		
	Kepala tukang	L.03	OH	0.13		
	Mandor	L.04	OH	0.003		
				JUMLAH TENAGA KERJA		
B	BAHAN					
	Bata ringan tebal 7,5cm		m ³	8.40		
	Mortar siap pakai		Kg	0.473		
				JUMLAH HARGA BAHAN		
C	PERALATAN					
	Peralatan		%	10		
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					
E	<i>Overhead & Profit (Contoh 15%)</i>			15% x D (maksimum)		
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

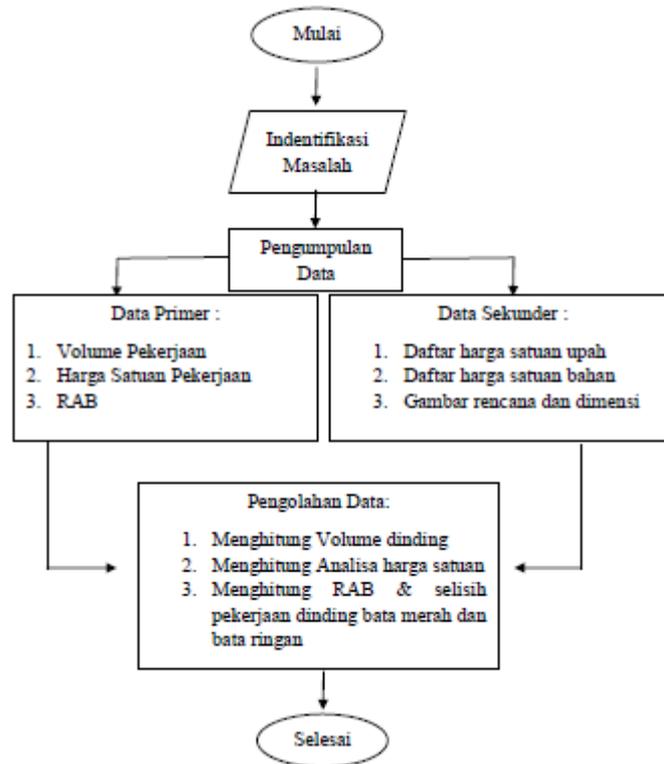
METODE PENELITIAN

Penelitian ini untuk mengetahui prosentase perbedaan rancangan anggaran biaya pemasangan dinding menggunakan bata merah dan bata ringan. Data sekunder yang didapatkan adalah berupa gambar asbuil drawing dan shop drawing, daftar harga satuan bahan 2017, daftar harga satuan upah 2017, SNI No. 28/PRT/2016 tentang analisa harga satuan tahun 2016, rencana anggaran biaya penawaran. Data primer yang dibutuhkan adalah volume pasangan dinding didapat dari gambar asbuil drawing dan shop drawing, analisa harga satuan didapat dari SNI No. 28/PRT/2016 tentang analisa harga satuan tahun 2016, Rancangan anggaran biaya pasangan dinding didapat dari perkalian volume dan analisa harga satuannya. Rancangan anggaran biaya yang terhitung untuk bata merah dan bata ringan dibandingkan dan dibuat prosentase perbandingan, mana yang lebih mahal dan murah dari segi biayanya.

Subjek pada penelitian ini adalah atap pada bangunan gedung kelurahan Bareng, kecamatan Klaten Tengah, kabupaten Klaten. Untuk data yang lebih lengkap dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pembangunan : Kantor Kelurahan Bareng
2. Lokasi : Kelurahan Bareng, Kecamatan Klaten Tengah, Kabupaten Klaten
3. Pemilik Proyek : Pemerintah Kabupaten Klaten
4. Kontraktor Pelaksana : CV. Budi Karya Utama
5. Konsultan Perencana : CV. Sakalike
6. Jenis Kontrak : *Unit price*.

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10



Gambar 2. *Flow Chart* Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah menganalisa perbandingan hasil perhitungan anggaran biaya pada pekerjaan dinding antara menggunakan bata merah dengan bata ringan. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data sekunder adalah data yang didapatkan dari sumber yang sudah ada, khusus untuk penelitian ini didapatkan dari pihak kontraktor. Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung baik langsung melakukan penelitian atau langsung ke lapangan.

Data Sekunder yang didapatkan adalah:

1. Gambar *Shop Drawing* dan *Asbuilt Drawing*
2. Daftar harga satuan bahan yang digunakan di daerah penelitian.
3. Daftar harga satuan upah pada daerah penelitian
4. Pedoman analisa SNI No. 28/PRT/2016
5. Rencana anggaran biaya penawaran

Data Primer yang didapatkan adalah:

1. Volume pemasangan dinding
2. Analisa Harga Satuan
3. Rancangan Anggaran Biaya pemasangan dinding
4. Perbandingan harga anggaran biaya pemasangan dinding

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang di dapatkan dari Pemerintah Kabupaten Klaten selaku pemilik proyek, CV Budi Karya Utama selaku Kontraktor proyek. Sebelum didapatkan kesimpulan maka dilakukan pengolahan data dan pembahasan terlebih dahulu. Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

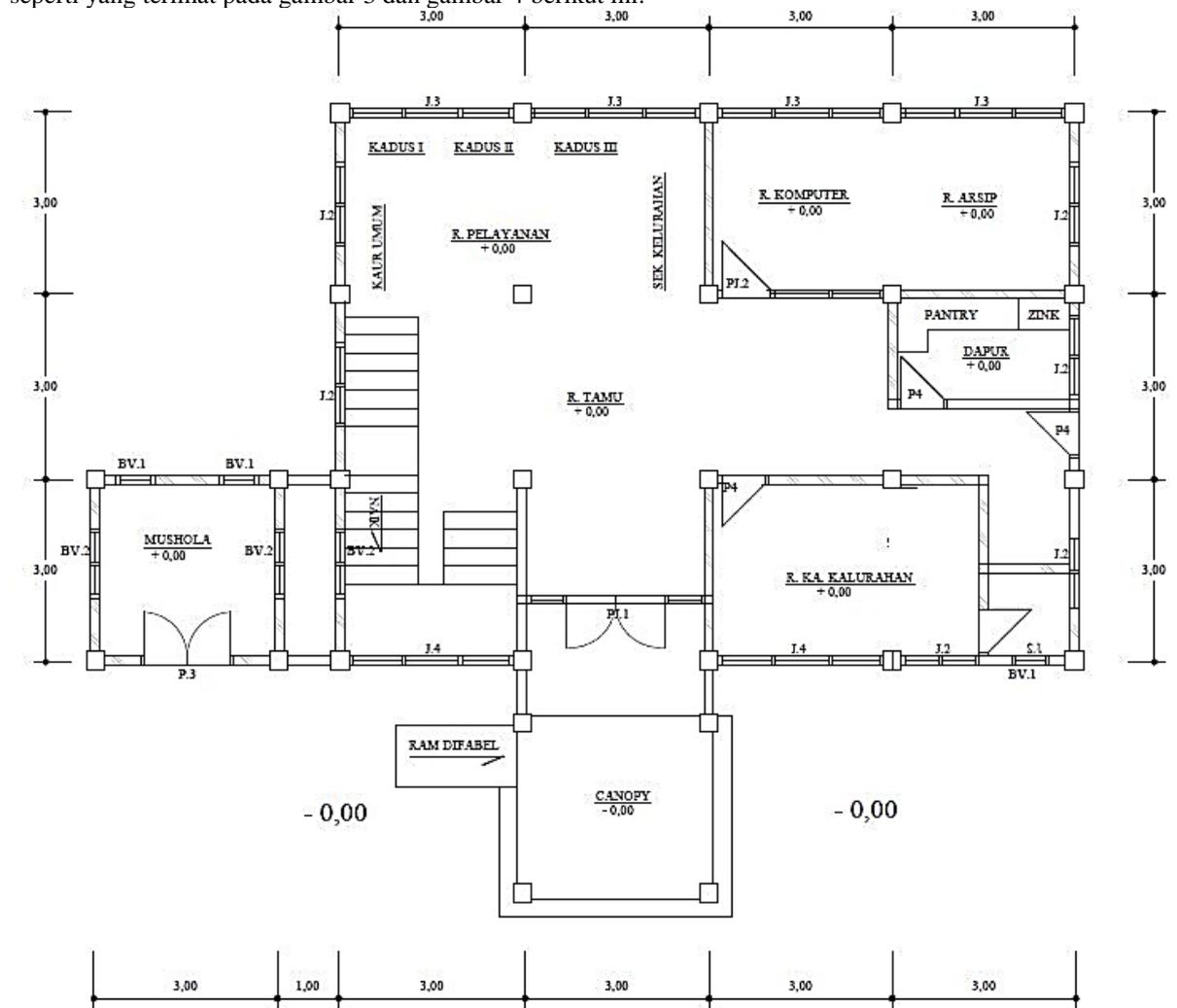
1. Studi pustaka dari berbagai buku-buku literatur dan internet
2. Merangkum teori yang saling berhubungan dengan rencana anggaran biaya dan hal-hal yang terkait
3. Mengumpulkan data dan penjelasan dari sumber yang terpercaya
4. Mengumpulkan data yang didapat dari buku pedoman analisa daerah prambanan 2017

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10

5. Mengumpulkan daftar harga satuan bahan dan upah daerah prambanan 2017
6. Menghitung Analisa Harga Satuan Pekerjaan dinding bata merah dan dinding bata ringan
7. Menghitung rencana anggaran biaya dan kebutuhan masing-masing bahan antara bata merah dengan bata ringan.
8. Membandingkan selisih harga antara bata merah dengan bata ringan.
9. Menghitung kebutuhan bahan pembangunan dinding bata merah dengan dinding bata ringan

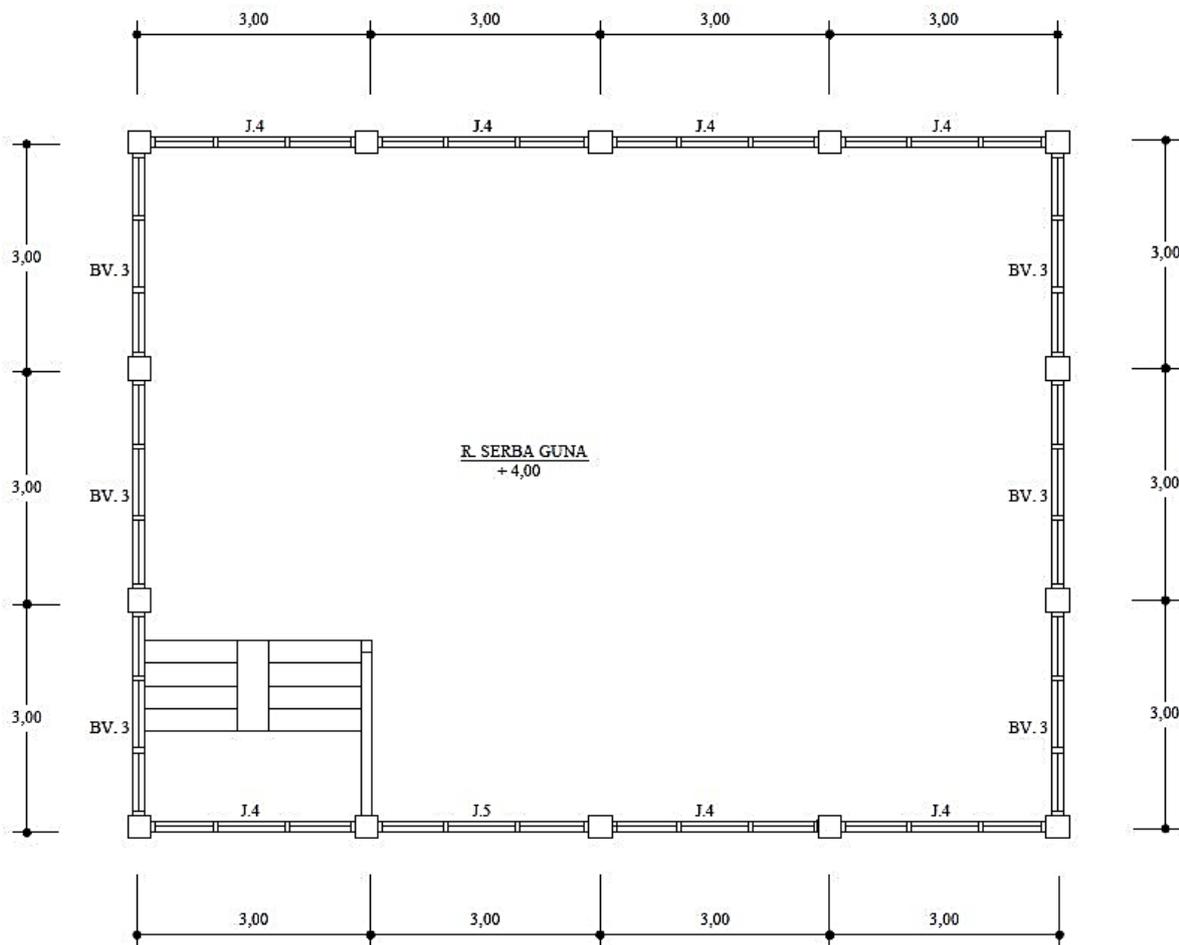
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan volume masing-masing pekerjaan disesuaikan dengan gambar kerja yang telah ditentukan agar didapatkan hasil yang mendekati kenyataan. Untuk bangunan bertingkat perhitungan volume pekerjaan tiap lantai dihitung secara terpisah sesuai dengan dimensi dan spesifikasi yang telah ditentukan. Volume yang dihitung seperti yang terlihat pada gambar 3 dan gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Denah lantai 1 untuk menghitung volume

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10



Gambar4. Denah lantai 2 untuk menghitung volume

Volume pasangan dinding yang didapatkan dari gambar *asbuild drawing* dan *shop drawing* dimana yang dihitung luasan dinding keseluruhan menggunakan rumus sederhana panjang dikali lebar dan dikurangi komponen-komponen pengurang di dinding seperti kolom, balok, sloof, pintu, jendela dll. Hasil perhitungan volume tersebut adalah 378,63 m²

Harga satuan bahan sangat perlu diketahui. Hal ini digunakan sebagai acuan penaksiran harga bangunan seluruhnya. Harga bahan didapat dari hasil survei di pasaran yang kemudian dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Harga bahan yang dipakai adalah tahun 2018 di Kabupaten Klaten, sesuai dengan lokasi proyek.

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Analisa harga satuan pekerjaan ini menggunakan SNI 2016. Hasil perhitungan analisa harga satuannya didapatkan bahwa analisa harga satuan untuk pemasangan 1m² dinding bata merah (5x11x22)cm tebal ½ bata campuran 1SP:4PP adalah Rp. 116.545,00 dan analisa harga satuan pemasangan 1m² dinding bata ringan tebal 7,5 cm dengan mortar siap pakai adalah Rp. 225.271,54.

Analisa harga satuan didapatkan dari SNI di masukkan harga sesuai dengan harga bahan dan tenaga ketentuan PU didaerah prambanan, sehingga untuk rancangan anggaran biaya didapat dari harga analisa harga satuan dikalikan dengan volume pasangan dinding. perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume}) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Rancangan anggaran biaya pemasangan dinding bata merah (5x11x22)cm tebal ½ bata campuran 1SP:4PP adalah Rp. 44.128.086,00 dan rancangan anggaran biaya dinding bata ringan tebal 7,5 cm dengan mortar

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10

siap pakai adalah Rp. 85.295.824,00. Setelah didapat rancangan anggaran biaya keduanya maka dihitung selisih antara pemasangan dinding bata merah dan bata ringan adalah Rp. 41.167.738,71 sehingga saat kita ambil prosentasinya perbandingannya adalah 48,3% lebih mahal bata ringan dibandingkan dengan bata merah.

Tabel 3. AHS 1m2 dinding bata merah (5x11x22)cm tebal ½ batu campuran 1SP:4PP

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Harga Jumlah (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0.300	60,000.00	18,000.00
	Tukang Batu	L.02	OH	0.100	70,000.00	7,000.00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0.010	75,000.00	750.00
	Mandor	L.04	OH	0.015	75,000.00	1,125.00
					JUMLAH TENAGA KERJA	26,875.00
B	BAHAN					
	Bata Merah		buah	70.000	1,000.00	70,000.00
	Semen Portland		Kg	11.500	1,000.00	11,500.00
	Pasir Pasang		m ³	0.043	190,000.00	8,170.00
					JUMLAH HARGA BAHAN	89,670.00
C	PERALATAN					
					JUMLAH HARGA ALAT	
D	Harga Satuan Pekerjaan (A+B+C)					116,545.00

Tabel 4. AHS 1m2 dinding bata ringan tebal 7,5 cm dengan mortar siap pakai

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Harga Jumlah (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0.670	60,000.00	40,200.000
	Tukang Batu	L.02	OH	1.300	70,000.00	91,000.000
	Kepala Tukang	L.03	OH	0.130	75,000.00	9,750.000
	Mandor	L.04	OH	0.003	75,000.00	225.000
					JUMLAH TENAGA KERJA	141,175.000
B	BAHAN					
	Bata Ringan tebal 7,5 cm		m ³	8.400	9000	75,600.000
	Mortar siap pakai		Kg	0.473	1800	851.400
					JUMLAH HARGA BAHAN	76,451.400
C	PERALATAN		%	10		7,645.14
					JUMLAH HARGA ALAT	7,645.14
D	Harga Satuan Pekerjaan (A+B+C)					225,271.540

Tabel 5. Rancangan Anggaran Biaya Pemasangan Dinding Bata Merah dan Bata Ringan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan (Rp)	Jumlah
	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Pekerjaan pemasangan dinding bata merah (5x11x22)cm tebal ½ batu campuran 1SP : 4PP	378.6356	m2	116,545.00	44,128,086.00
2	Pekerjaan pemasangan dinding bata ringan tebal 7,5 cm dengan mortar siap pakai	378.6356	m2	225,271.54	85,295,824.71
				selisih	41,167,738.71

Sely Novita Sari. 2019. Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 1-10

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Harga pemasangan pasangan dinding bata merah kantor kelurahan Bareng, kecamatan Klaten Tengah, kabupaten Klaten adalah Rp. 44.128.086,00
2. Harga pemasangan pasangan dinding bata ringan kantor kelurahan Bareng, kecamatan Klaten Tengah, kabupaten Klaten adalah Rp. 85.295.824,71
3. Selisih dari pemasangan pasangan dinding bata merah dan bata ringan adalah Rp. 41.167.738,71
4. Prosentase selisih pemasangan pasangan dinding bata merah dan bata ringan adalah 48,3%

Terkait dengan penelitian ini, disarankan perlunya dilakukan penelitian lanjutan dengan memperhitungkan produktivitas tenaga untuk membandingkan produktivitas tenaga yang dibutuhkan dan melakukan penelitian perhitungan *time schedule* (kebutuhan waktu) untuk membandingkan *time schedule* (kebutuhan waktu) dalam pelaksanaan pemasangan dinding.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. SNI Nomor 28/PRT/M/2016. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- A. G. Tamrin. 2008. *Teknik Konstruksi Bangunan Gedung Sederhana Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- A.Z, Zainal. 2005. *Analisa Bangunan Menghitung Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Djojowiriono, Soengeng. 1991. *Manajemen Konstruksi*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM
- Ervianto, Wulfram I. 2007. *Cara Tepat Menghitung Biaya Bangunan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Frick, Heinz. 1980. *Ilmu Konstruksi Bangunan II*. Yogyakarta: Kanisius
- Frick, Heinz. 1990. *Ilmu Konstruksi Bangunan jilid 2*. Yogyakarta: Kanisius
- Ibrahim, H.Bachtiar. 1993. *Rencana Dan Estimate Real Of Cost*. Cetakan ke-2. Jakarta : Bumi Aksara.
- Ibrahim, H. Bachtiar. 2001. *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Mukomoko, J. A. 1985. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: Gaya Media Pratama.
- Niron, John W. 1992. *Pedoman Praktis Anggaran dan Borongan Rencana Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: CV. Asona.
- Sastraatmadja, A. Soedradjat. 1984. *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova
- Susanta, Gatut. *Panduan Lengkap Membangun Rumah*. Jakarta : Griya Kreasi, 2007.
- Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, (1978), *Bata Merah sebagai Bahan Bangunan edisi ke-2*, Bandung YDNI, NI-10.

Nilu Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20

PENGARUH PENGUJIAN *HARDENING* PADA BAJA KARBON RENDAH SEBAGAI SOLUSI PENINGKATAN KUALITAS MATERIAL

Nilu Nurlina
Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Kediri
Jl. Mayor Bismo No 27, Kota Kediri
email: nila24.ppm@gmail.com

ABSTRAK

Baja karbon rendah merupakan paduan yang terdiri atas unsur utama karbon dengan komposisi rendah dan besi. Sifat mekanik baja karbon rendah dipengaruhi oleh komposisi dan struktur mikro logam. Salah satu sifat mekanik logam yang akan dicari nilainya adalah kekerasan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengujian *hardening* terhadap material baja karbon rendah. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu nilai kekerasan baja karbon rendah semakin meningkat seiring bertambahnya suhu pemanasan. Selain itu, berdasarkan data hasil percobaan diketahui bahwa media pendingin air garam memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan oli SAE 10.

Kata kunci: Baja, Hardening, kekerasan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan ilmu material semakin pesat seiring dengan kemajuan teknologi yang ada di dunia ini. Perkembangan ilmu material juga diiringi dengan kompleksitas kebutuhan manusia. Beranekaragam komposit dan paduan dibuat menyesuaikan fungsi dan tujuan yang ingin didapatkan. Salah satu paduan yang sering diaplikasikan dalam pembuatan produk adalah baja karbon rendah. Baja karbon rendah merupakan paduan yang terdiri atas unsur utama karbon dengan komposisi rendah dan besi. Dewasa ini banyak industri mengaplikasikan pembentukan lembaran baja yang memiliki berkekuatan tinggi. Hal tersebut tidak mudah dilakukan karena dipengaruhi oleh sifat bahan dimana kekuatan baja selalu disertai dengan penurunan elongasi (Sari, 2017).

Sifat-sifat logam, khususnya sifat mekanik logam, sangat dipengaruhi oleh komposisinya dan struktur mikro logam. Salah satu sifat mekanik logam yang ingin diketahui nilainya adalah kekerasan (*hardness*). Kekerasan material harus diketahui apabila akan diaplikasikan sebagai material yang akan menerima gaya gesek maupun tekan. Setiap material akan mengalami deformasi plastis dengan tingkatan yang berbeda-beda tergantung pada komposisi penyusunnya. Oleh karena itu, sebelum material tersebut diaplikasikan, harus diuji terlebih dahulu untuk mendapatkan sifat-sifat yang sesuai.

Sementara, sifat-sifat logam bisa dibentuk dengan merekayasa struktur mikro logam melalui perlakuan panas. Hal tersebut dapat dilakukan dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang salah satunya yaitu pengujian *hardening*. Tujuan perlakuan panas ini adalah untuk mengubah struktur pada logam. Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan suatu logam dalam keadaan padat pada temperatur rekristalisasi kemudian dilakukan penahanan suhu dan pendinginan. Media pendingin yang biasa digunakan dalam pengujian kekerasan *hardening* adalah oli dan air garam.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengujian *hardening* terhadap material baja karbon rendah sebagai solusi peningkatan kualitas material. Hasil perlakuan material dengan *hardening* selanjutnya akan diuji nilai kekerasan dengan *rockwell test*. Selain itu, setelah mendapatkan perlakuan, spesimen juga diuji ketangguhannya dengan pengujian *impact*. Variabel dalam penelitian ini yaitu suhu dan media pendingin. Suhu pada perlakuan ini dibuat secara bervariasi yaitu dari 700 °C dan meningkat sampai dengan 880 °C. Pengujian *hardening* ini memiliki waktu tahan selama 15 menit. Sementara variabel lainnya dalam penelitian ini yaitu media pendingin. Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini berupa oli dan air garam.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu nilai kekerasan baja karbon rendah semakin meningkat seiring bertambahnya suhu pemanasan. Selain itu, berdasarkan data hasil percobaan diketahui bahwa media pendingin air garam memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan oli SAE 10.

Nilu Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20

Diagram Fase Besi-Karbon (Fe-C)

Diagram fase besi karbida besi merupakan suatu diagram perlakuan panas yang digunakan sebagai panduan dalam melakukan pengujian. Dalam diagram tersebut terlihat sifat-sifat material yang berbeda. Sifat-sifat material tersebut dipengaruhi oleh suhu yang diberikan dan komposisi paduan.

Prosentasi penambahan karbon akan menyebabkan sifat material menjadi lebih keras daripada sebelumnya. Secara teori, paduan besi dan karbon dapat membentuk paduan besi dan baja. Sifat logam yang terbentuk berdasarkan diagram tersebut adalah sifat liquid, austenit, ferit, besi delta, serta sementit.

Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Heat Treatment (perlakuan panas) adalah proses yang memiliki tujuan mengubah struktur logam dengan cara memanaskan spesimen uji hingga mencapai suhu tertentu pada dapur furnace (tanur). Pemanasan ini dilakukan pada temperatur rekristalisasi yang dimiliki oleh masing-masing logam. Selanjutnya, spesimen uji didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar dimana setiap media pendingin tersebut memiliki tingkat kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam terutama sifat mekanik selain dipengaruhi oleh komposisi penyusunnya juga sangat dipengaruhi oleh struktur mikrologam. Suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda apabila struktur mikronya dirubah.

Pemberian perlakuan pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan yang tidak sama tersebut mengakibatkan logam dan paduan merubah strukturnya. Pengubahan struktur logam dapat dilakukan dengan perlakuan panas. Pencapaian sifat material logam yang sesuai kebutuhan manusia tersebut dapat dilakukan dengan mengatur kecepatan proses pendinginan dan batas temperatur yang digunakan selama pengujian.

- **Macam-macam Perlakuan**

1. Normalizing
2. Hardening
3. Carburizing

- **Waktu tahan**

1. 15 menit (Normalizing)
2. 15 menit (Hardening)
3. 3 jam (Carburizing)

- **Media Pendingin**

1. Udara (Normalizing)
2. Oli dan Garam (Hardening)
3. Udara (Carburizing)

Hardening

Hardening merupakan proses pemanasan logam sampai suhu di atas daerah kritis. Pada proses *hardening* ini pendinginan dilakukan secara cepat dengan media pendingin seperti oli, dan air garam. Tujuan perlakuan panas ini untuk mendapatkan struktur baja martensit yang memiliki sifat keras. Proses pada perlakuan panas ini adalah dengan cara memanaskan baja sampai suhu martensit. Penentuan suhu tersebut dipengaruhi oleh komposisi penyusun paduan. Selanjutnya, proses penahan suhu beberapa saat sesuai dengan standar. Setelah proses pemanasan dan penahanan suhu, kemudian didinginkan secara cepat dengan mencelupkan dalam media pendingin berupa air garam, air, oli atau media pendingin yang lain. Pendinginan cepat tersebut mengakibatkan struktur austenit tidak memiliki cukup waktu untuk berubah menjadi perlit dan ferit atau perlit dan sementit. Pendinginan cepat ini mengakibatkan austenit langsung berubah menjadi martensit.

Nilu Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20

Suhu perlakuan panas dengan hardening ini berbeda-beda sesuai dengan jenis komposisinya yang tabagi menjadi baja *hipoeutectoid*, *eutektoid*, dan *hypereutectoid*. Baja *hipoeutectoid* membutuhkan suhu pemanasan sekitar 30-50°C di atas titik atas temperatur kritis. Disisi lain, baja *hypereutectoid* membutuhkan suhu pemanasan sekitar 30-50°C di atas titik atas temperatur kritis.

Penahanan suhu pada baja berdasarkan proses ini tergantung pada ketebalan spesimen uji yang kemudian didinginkan secara cepat. Struktur baja *hipoeutectoid* terdiri dari struktur *ferrit* dan *pearlit*. Sementara, struktur baja *hypereutectoid* terdiri dari *pearlit* dan *cementit*.

Rockwell (HR / RHN)

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan melihat nilai kekerasan material. Pengujian ini merupakan pengujian kekerasan yang menggunakan alat bantu mesin rockwell. Indentor yang digunakan pada pengujian ini berupa bola baja ataupun kerucut intan. Indentor tersebut ditekan pada permukaan material uji.

Mekanisme pengujian kekerasan dengan rockwell yaitu pertama benda uji ditekan oleh indentor bola baja maupun kerucut intan dengan beban dan ditahan beberapa saat untuk mendapatkan nilai kekerasan materialnya. Besar beban yang digunakan untuk menekan indentor ke benda uji tergantung pada jenis material yang akan diujikan.

METODE PENELITIAN

Material

- | | |
|-----------------------|--------|
| 1. Baja karbon rendah | 8 buah |
|-----------------------|--------|

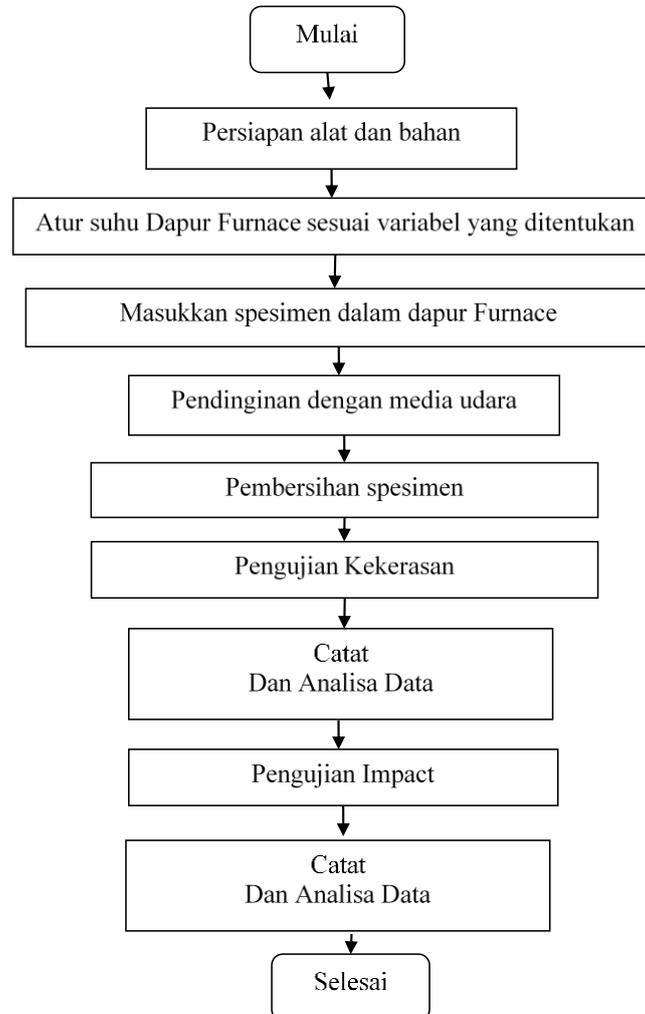
Alat dan Bahan

- | | |
|------------------------|------------|
| 1. Furnace | 2 unit |
| 2. Rockwell | 2 unit |
| 3. Gergaji | 1 buah |
| 4. Kikir | 1 buah |
| 5. Amplas | secukupnya |
| 6. Stopwatch | 1 buah |
| 7. Tang | 1 buah |
| 8. Sarung tangan kulit | 1 set |

Prosedur Percobaan

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanaskan spesimen hingga temperatur T1 yakni (880 °C, 850 °C, 820 °C, 750 °C, 700 °C) .
2. Melakukan waktu tahan yaitu selama 15 menit untuk masing-masing proses.
3. Melakukan pendinginan dengan media air garam dan oil.
4. Pengujian kekerasan
5. Catat data hasil pengujian



Gambar 1. Langkah-langkah Pengujian

Skema Percobaan

Skema percobaan dalam penelitian ini yaitu dengan metode eksperimen. Adapun langkah-langkah percobaan yang dilakukan pertama dengan pembuatan spesimen uji, pemanasan dengan dapur furnace (tanur), penahanan suhu pada spesimen uji, dan pendinginan cepat.

1. Pembuatan spesimen

Material spesimen uji pada penelitian ini adalah baja karbon rendah yang biasa terdapat di pasaran. Baja tersebut dipotong sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan berdasarkan ASTM material. Berikut merupakan gambaran umum pembuatan spesimen uji.

Pembuatan spesimen dengan bantuan alat kikir dan ragum sebagai penahan spesimen. Pembuatan spesimen ini memerlukan ketrampilan kikir agar spesimen yang dihasilkan bisa presisi sesuai dengan yang telah distandarkan.

Nila Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20



Gambar 2. Pembuatan Spesimen Uji

2. Perlakuan Panas pada dapur *furnance*

Spesimen yang telah dibuat tersebut selanjutnya diberi perlakuan panas. Sebelum spesimen diuji, harus dibersihkan terlebih dahulu dari kemungkinan korosi yang terjadi. Pembersihan tersebut cukup dilakukan dengan bantuan amplas kasar maupun halus agar tidak merusak struktur mikro spesimen.



Gambar 3. Pemanasan Spesimen

Nila Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20

Perlakuan panas pada setiap spesimen dilakukan dengan suhu bervariasi untuk mendapatkan perbedaan sifat mekanik yang akan dihasilkan.

3. Pendinginan

Pendinginan *hardening test* pada penelitian ini dilakukan dengan air garam dan oli. Ketiga media pendingin tersebut akan memberikan sifat mekanik material yang berbeda-beda.

Tabel 1. Media Pendingin

Gambar	Keterangan
	Media pendingin air garam
	Media pendingin oli

4. Pembersihan Spesimen

Setelah spesimen uji melalui proses pemanasan, penahanan suhu, serta pendinginan, selanjutnya spesimen tersebut dibersihkan ulang dengan menggunakan amplas baik halus maupun kasar. Hal tersebut bertujuan agar hasil dari pengujian sifat mekanik, khususnya kekerasan tidak dipengaruhi oleh unsur lain. Pembersihan material dilakukan karena setelah logam diberi perlakuan panas dalam dapur *furnace* dan selama pendinginan berlangsung, dimungkinkan akan menempel senyawa lain pada permukaan logam tersebut.

Pembersihan spesimen bertujuan untuk membersihkan spesimen uji dari unsur-unsur lain yang dapat mempengaruhi hasil pengujian. Pembersihan spesimen ini dilakukan hingga permukaan spesimen uji yang akan diberi titik penekanan pada saat pengujian kekerasan bersih dari unsur lain diluar komposisi material.

Nila Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20



Gambar 4 Pembersihan Spesimen

5. Pengujian Kekerasan

Pengujian sifat mekanik pada penelitian ini yaitu pertama dengan melakukan uji kekerasan (*Hardness test*). Pengujian tersebut menggunakan mesin vickers seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Pengujian Kekerasan

Indentor baja yang digunakan dalam pengujian kekerasan dengan mesin rockwell adalah baja berbentuk kerucut intan. Spesimen uji diberi pembebanan sebesar 1000 N dengan loading time sekitar 15 detik. Hasil pengujian akan terdeteksi pada layar mesin.

Nilia Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan dan ketangguhan baja karbon rendah dengan perlakuan hardening. Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah variasi suhu dan media pendingin. Berikut disajikan skema variabel yang digunakan dalam pengujian normalizing pada penelitian ini.

Tabel 2. Variabel Pengujian

No.	Perlakuan Panas	Quench	Suhu °C	Holding
1	<i>Hardening</i>	Oli	700	15 menit
2	<i>Hardening</i>	Air Garam	700	15 menit
3	<i>Hardening</i>	Oli	820	15 menit
4	<i>Hardening</i>	Air Garam	820	15 menit
5	<i>Hardening</i>	Oli	850	15 menit
6	<i>Hardening</i>	Air Garam	850	15 menit
7	<i>Hardening</i>	Oli	880	15 menit
8	<i>Hardening</i>	Air Garam	880	15 menit

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa variabel penelitian yaitu suhu dan media pendingin. Suhu pada perlakuan ini dibuat secara bervariasi yaitu dari 700 °C hingga meningkat sampai dengan 880 °C. Pengujian *hardening* ini memiliki waktu tahan selama 15 menit. Sementara variabel lainnya dalam penelitian ini yaitu media pendingin. Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini berupa oli dan air garam.

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Media Pendingin Oli

No.	Quench	Suhu °C	Hasil Uji Kekerasan
1	Oli	700	42,5
2	Oli	820	67,7
3	Oli	850	75,2
4	Oli	880	79,35

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Media Pendingin Oli didapatkan hasil bahwa peningkatan suhu mengakibatkan nilai kekerasan spesimen uji meningkat. Suhu yang digunakan dalam pengujian ini adalah suhu di atas titik kritis yaitu 700 °C, 820 °C, 850 °C, dan 880 °C yang menghasilkan nilai kekerasan masing-masing sebesar 42,5; 67,7; 75,2; dan 79,35. Nilai kekerasan tertinggi terjadi ketika spesimen uji diberi perlakuan *hardening* pada suhu 880 °C.

Tabel 4. Hasil Uji Kekerasan Media Pendingin Air Garam

No.	Quench	Suhu °C	Hasil Uji Kekerasan
1	Air garam	700	44,7
2	Air Garam	820	68,6
3	Air Garam	850	78,4
4	Air Garam	880	82,15

Tabel 4. Hasil Uji Kekerasan Media Pendingin Air Garam didapatkan hasil bahwa peningkatan suhu mengakibatkan nilai kekerasan spesimen uji meningkat. Suhu yang digunakan dalam pengujian ini adalah suhu di atas titik kritis yaitu 700 °C, 820 °C, 850 °C, dan 880 °C yang menghasilkan nilai kekerasan masing-masing

Nilai Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20

sebesar 42,7; 68,6; 78,4; dan 82,15. Nilai kekerasan tertinggi terjadi ketika spesimen uji diberi perlakuan hardening pada suhu 880 °C.

Berdasarkan tabel 3 dan 4 di atas, nilai kekerasan hasil perlakuan hardening didapatkan bahwa media pendingin air garam mampu membuat struktur spesimen uji lebih keras dibandingkan dengan oli. Dengan kata lain, media pendinginan mempengaruhi tingkat kekerasan. Pendinginan cepat memberikan tingkat kekerasan lebih besar daripada pendinginan lambat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Suhu yang digunakan dalam pengujian ini adalah suhu di atas titik kritis yaitu 700 °C, 820 °C, 850 °C, dan 880 °C.
2. Nilai kekerasan tertinggi pada hasil perlakuan hardening dengan media pendingin oli yaitu pada suhu 880 °C dengan nilai kekerasan sebesar 79,35.
3. Nilai kekerasan tertinggi pada hasil perlakuan hardening dengan media pendingin oli yaitu pada suhu 880 °C dengan nilai kekerasan sebesar 82,15.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Waktu dan temperatur setiap material perlu dibuat lebih bervariasi lagi
2. *Holding time* harus dilakukan dalam rentang waktu yang tepat
3. Sebelum digunakan, alat harus dikalibrasi terlebih dahulu agar hasil sesuai dengan standar.

REFERENSI

- Anyalebechi, P.N. 1995. " Analysis of The Effect of Alloying Element Hydrogen Solubility in Liquid Aluminium Alloys", Scripta Metallurgica et Materialia, Vol 33/ No.8.
- ASM Metals Handbook. (2005), "Vol 09 : Metallography and Microstructures", ASM International.
- ASTM E3-96, Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens.
- ASTM Handbook E18, Standard Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials.
- Callister Jr. W.D. 2004. Materials Science and Engineering: An Introduction, 6th Edition. John Wiley and Sons, Inc.
- Callister Jr., W.D., 2000, "Fundamentals of Materials Science and Engineering", Fifth Edition. Text, John Wiley & Sons, Inc.
- Cardarelli, Francois. 2000. Material Handbook A Concise Desktop Reference. New York: Springer.
- Dieter, G.E., 1996, "Metalurgi Mekanik", Jakarta: Erlangga.
- Lontolawa, Steven D.O. 2016. Analisa Penyebab Kerusakan Differential Pada Unit Dump Truck Quon di PT. United Tractor Site Rantau. Balikpapan: Politeknik Negeri Balikpapan.
- Normalizing. Jurnal Pendidikan Profesional Volume 5 No.2, (Agustus 2016):9-18
- Nukman, Harjono. 2014. Pengaruh Pross Perlakuan Panas Normalixing Dan Quenching Dengan Media Air dan Minyak Silikon Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Medium. Majalah Ilmiah Sriwijaya Volume XXV No.18 (April 2014): 44-54
- Oestwald, P.F., and Munoz, J., 1996, "Manufacturing Processes and Systems", Canada: John Wiley & Sons.
- R. Kohar, Madagaskar. 2014. Pengaruh Perbedaan Kedalaman Potongan Pada Proses Bubut Dan Perlakuan Panas Normalizing Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Baja Karbon Menengah. Jurnal Desiminasi Teknologi Volume 2 No.1, (Januari2014): 60-64
- Smallman, R.E., Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999
- Suratman, Rochim. 1994. Panduan Prrogram Perlakuan Panas. Bandung: Lembaga Penelitian Institusi Teknologi Bandung
- Surdia, Tata., Saito, Shinroku. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita.

Nila Nurlina. 2019. Pengaruh Pengujian Hardening pada Baja Karbon Rendah Sebagai Solusi Peningkatan Kualitas Material.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1) : 11-20

United Tractors. 2008. Basic Mechanic Course 1: Axle, Suspension and Wheel . Jakarta: Yayasan Karya Bakti PT.United Tractors, Tbk.

Zulkifli. 2014. Modul Pembelajaran Lab Pengujian Mesin : Teknik Mesin Alat Berat,Polteknik Negeri Balikpapan

Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5

Ahmad Yufron
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Balitar
Jl. Majapahit No.4, Kota Blitar
Email : voef77@yahoo.co.id

ABSTRAK

Studi Tentang Pengaruh Variasi Suhu Ruangan Dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) Terhadap Pengujian Ratio Cover Dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 d-Tex dari Mesin Ring Core Spinning Merk Rieter Type G 5 / 1 Di PT. Tool Thread Indonesia, Pleret Pasuruan – Jawa Timur.

Kata Kunci : Ratio Cover, Core-Spun, Filament Polyester, Asam Sulfat

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Pada era globalisasi ekonomi dan ilmu pengetahuan teknologi dewasa ini, menuntut suatu peluang yang akan muncul yaitu semakin terbukanya kesempatan untuk meningkatkan produktifitas dalam perusahaan industri tekstil di Indonesia. Untuk meningkatkan produk yang berkualitas maupun dengan kuantitas yang optimal guna memenuhi kebutuhan masyarakat, maka banyak faktor yang harus diperhatikan, seperti :

- Faktor bahan baku
- Faktor kondisi kerja
- Faktor kondisi mesin dan peralatan *spare part* lainnya
- Faktor manusia
- Faktor metode kerja

Dalam kesempatan ini dilakukan suatu usaha-usaha dan perbaikan-perbaikan didalam proses produksi industri tekstil khususnya pada proses permintaan. Untuk meningkatkan suatu kualitas barang yang dihasilkan khususnya pada Departemen Core Spinning, maka dilakukan suatu terobosan baru yaitu memproses benang core-spun dari bahan baku "*Continouse Polyester Filament*" yang dibungkus oleh cotton yang dilakukan pada mesin ring core spinning sehingga menjadi benang polyester covered cotton (core-spun).

Benang yang dihasilkan diharapkan adalah benang yang memiliki standard sesuai CIE (*Coast Industrial European*) yaitu pada nomor benang 128 d-Tex, standard rasio cover benang adalah 37,11 %. Namun pada kenyataannya masih banyak penyimpangan yang mempengaruhi standard yang ditetapkan.

Dalam pengujian ratio cover ditentukan oleh suhu ruang pengujian dan prosentase zat pelarut serat kapas yaitu H₂SO₄ (Asam Sulfat) yang berperan sebagai zat palarut serat kapas (Selulosa) yang dapat menyebabkan Hidrolisa ikatan-ikatan glukosa dalam rantai selulosa dan mengakibatkan Degradasi pada serat kapas.

Sedangkan suhu ruangan berfungsi sebagai penyeimbang proses reaksi terhadap pengujian ratio cover dan kekuatan Filament Polyester benang core-spun.

Asam Sulfat (H₂SO₄) pada proses pelarutan serat kapas dalam ruang pengujian sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dan suhu ruangan pengujian. Dengan kejadian tersebut dilakukan suatu penelitian di laboratorium secara seksama guna mendapatkan suatu konsentrasi dengan prosentase yang tepat dan dengan suhu ruangan yang tepat pula sehingga nantinya dapat diperoleh suatu standaritas pengujian benang core-spun yang sesuai dengan standard yang telah ditetapkan oleh CIE (*Coast Industrial European*).

Pembuatan serat sintesis dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu :

- a). Pemintalan Basah.
- b). Pemintalan Kering.
- c). Pemintalan Leleh.

Sedangkan khusus untuk pembuatan serat polyester dilakukan dengan cara "pemintalan kering".Permintaan kering yaitu cara pembentukan filament (serat buatan) yang dilakukan dengan kristalisasi (penyuapan) ke udara.

Proses pembuatan Polyester secara terperinci ada 4 tahapan :

1. Pembentukan senyawa Etilena Glikol.

Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruang dan Prosentase Pemakaian H_2SO_4 (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

2. Pembentukan senyawa asam tereftalat + Esternya.
3. Mereaksikan Etilena Glikol + Asam tereftalat.
4. Pemintalan (pemintalan kering).

Zat Pereaksi H_2SO_4 (Asam Sulfat)

Di alam raya dengan segala bentuk dan isinya, tersusun atas materi / zat dan energi. Materi adalah segala sesuatu yang mempunyai masa dan menempati ruang materi terdiri dari tiga macam yaitu :

- a). Materi padat
- b). Materi cair
- c). Materi gas

Materi padat mempunyai volume dan bentuk yang tetap, materi cairan mempunyai volume yang tetap tetapi bentuknya berubah bergantung pada wadahnya, dan materi gas mempunyai bentuk dan volume berubah – ubah.

Materi dapat berupa unsur dan senyawa. Unsur adalah zat tunggal (murni) yang tidak dapat terurai lagi menjadi zat-zat yang lebih sederhana. Senyawa adalah zat tunggal yang terdiri dari beberapa unsur yang tergabung secara kimia dalam perbandingan masa tertentu dan dapat diuraikan secara kimia menjadi beberapa zat.

Dalam senyawa, sifat-sifat unsur itu hilang dan unsur-unsur hanya dapat dipisahkan dengan proses kimia. Proses penguraian senyawa menjadi unsur-unsur penyusunnya sehingga unsur-unsur ini dapat diidentifikasi disebut “Analisis”. Proses kimia dimana senyawa terbentuk dari unsur-unsurnya disebut “sintetis”.

Unsur-unsur memiliki bagian yang terkecil dan masih memiliki sifat unsur itu sendiri yang disebut “ATOM”. Molekul adalah gabungan beberapa atom unsur-unsur.

Molekul dibedakan menjadi dua macam yaitu :

- a. Molekul Senyawa : adalah gabungan satu atom lebih molekul-molekul yang tidak sejenis.
- b. Molekul Unsur : adalah gabungan beberapa atom yang sejenis. Contoh : O_2 ; H_2 ; Cl_2 dan lain-lain

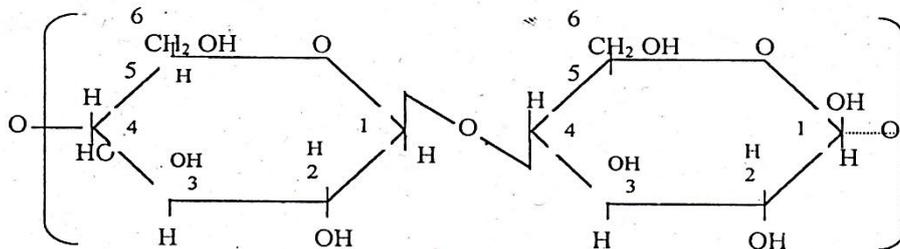
Pada bagian ini kita akan mengupas masalah senyawa kimia sintetis sebagai pereaksi dalam proses pengujian ratio cover benang core-Spun yaitu “Asam Sulfat”.

Asam sulfat mempunyai rumus kimia (H_2SO_4). Ikatan yang membentuk H_2SO_4 dikenal dengan ikatan kovalen koordinasi karena ikatan yang terbentuk, dimana pasangan elektronnya yang digunakan bersama berasal dari salah satu atom, (terbentuk dari ikatan homo polar dan hetero polar).

Larutan H_2SO_4 (Asam Sulfat) bersifat asam (larutan asam kuat). Sifat asam kuat inilah dipakai untuk mereduksi selulosa yang terdapat dalam serat kapas, dan mempunyai titik didih yang relatif rendah, sulit larut dalam air maupun lemak dan tidak dapat dicerna. Polymer yang menyusun adalah polymer monosakarida dan polymer-polymer monosakarida tersebut tersusun dengan rantai panjang dan banyak dikenal dengan polysakarida.

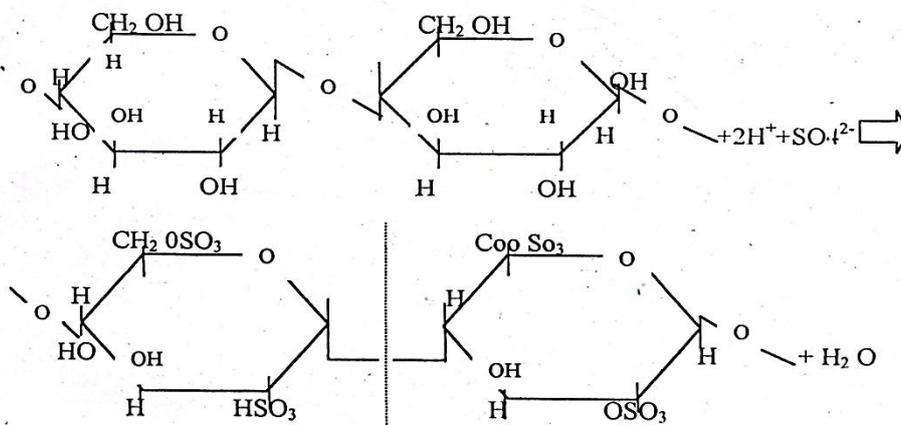
Selulosa adalah unsur utama dari rangka tumbuhan. Terdiri atas rantai-rantai lurus β - D glukopiranosida yang dihubungkan oleh ikatan β (1-4).

Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruang dan Prosentase Pemakaian H_2SO_4 (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-TEX di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

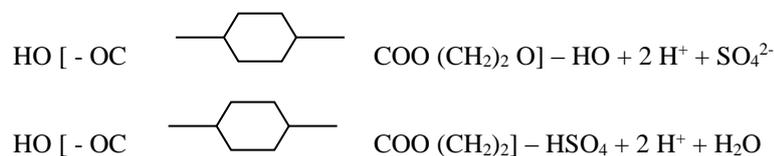


(O - β - D- Glukopiranosil - (1 -- 4) - β - D- Glukopiranosida).

Dan bila direaksikan dengan $H_2 SO_4$ akan membentuk S - heparin. Dengan reaksi sebagai berikut :



(Pemutusan rantai isomer)



Tujuan pengujian kekuatan serat (filament Polyester adalah untuk mengetahui secara pasti pengaruh zat-zat pereaksi (H_2SO_4) terhadap kekuatan serat (filament Polyester) karena kekuatan filament Polyester tersebut berdampak pada proses pengujian ratio cover benang core-spun.

Rumusan Teori Uji Kekuatan Serat (Filament Polyester)

Pada penelitian ini untuk mencari kekuatan serat (filament Polyester) di pakai cara pengujian bekas pita (flat bundle method).

Adapun cara-cara yang dilakukan diantaranya :

- Menentukan berat berkas serat (filament Polyester) yang akan diuji.
- Menentukan panjang berkas serat (filament Polyester) yang akan di uji.
- Menyamakan satuan nomor benang dengan satuan nomor rumus uji kekuatan serat.

Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruang dan Prosentase Pemakaian H_2SO_4 (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

- d). Menentukan (mengetahui) daya pembebanan putus serat (filament Polyester) dengan menguji berkas serat Polyester dengan mesin uji kekuatan serat.
e). Kekuatan serat (filament Polyester) dapat diketahui, dimana :

$$\text{Denier} = \frac{W}{L}$$

W = berat dalam mg
L = panjang dalam mn

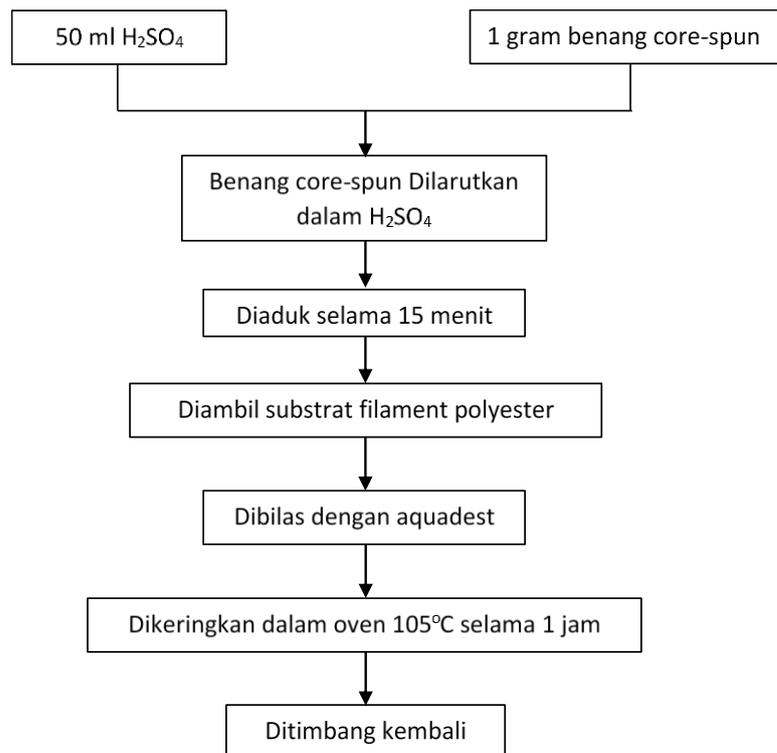
Bila :

1 gr	= 1000 mgr	= 0,0353 ounce
1 kg	= 1000 gr	= 2,2046 pounds
1 ounce	= 437,5 grams	= 28.350 gram
1 pound	= 16 ounce	= 0,4536 kg
1 mm	= 0,0394	
1 cm	= 10 mm	= 0,394 inch
1 m	= 100 cm	= 1,0936 yards
1 inch	= 2,5400 cm	= 25,400 mm

Uji Ratio Cover

Pengujian ratio cover melarutkan 1 gram benang core-spun dalam larutan asam sulfat (H_2SO_4). Melakukan uji kelarutan tersebut karena asam sulfat (H_2SO_4) yang termasuk larutan asam kuat yang dapat menyebabkan degradasi yang cepat pada serat kapas sebagai pembungkus benang core-spun.

Tahapan pengujian ratio cover untuk benang core-spun adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Urutan Proses Ratio Cover

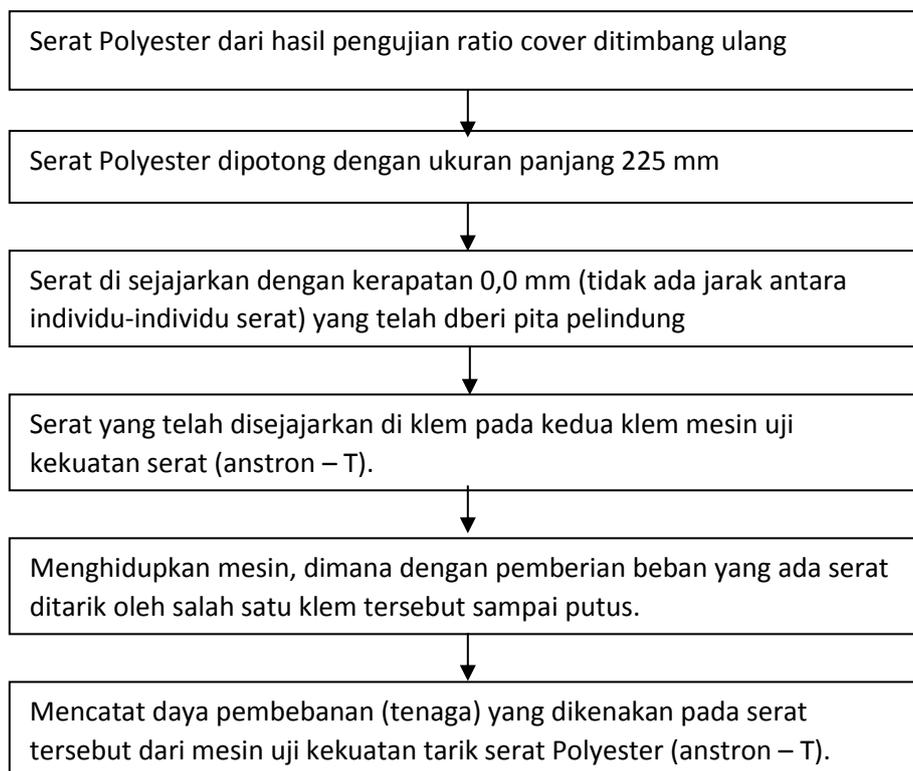
Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruang dan Prosentase Pemakaian H_2SO_4 (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Text di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Tujuan pengujian ratio cover adalah untuk mengetahui prosentase kandungan cotton (sebagai cover) pada benang core-spun. Untuk mengetahui kandungan cotton tersebut maka dilakukan pengujian dengan cara melarutkan benang core-spun di dalam larutan asam sulfat (asam kuat), agar cotton larut dalam larutan tersebut, sehingga tertinggal hanya filament Polyester sebagai inti dari benang core-spun. Dengan demikian dapat di hitung cover benang core-spun yaitu :

$$\text{(Benang core-spun – Filament Polyester) } \times 100\% - \text{Cotton Cover}$$

Uji Kekuatan Serat

Di dalam uji kekuatan serat (filament Polyester) ini menggunakan metode (flat bundel method) atau cara berkas pita dimana serat yang akan diukur disejajarkan pada klem dengan perantaraan beban yang ada, akan menarik salah satu klem tersebut sampai pull serat tersebut putus Tahap pengujian kekuatan serat untuk filament Polyester benang core-spun adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Urutan Uji Kekuatan Serat

METODE PENELITIAN

Berdasarkan tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini, maka dapat digolongkan kedalam penelitian experimental research yaitu suatu penelitian yang bertujuan untuk melakukan penelitian secara observasi lapang dan laboratorium yang nantinya dapat menciptakan suatu temuan baru atau suatu pengembangan terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi.

Metode Pengumpulan Data

1. Metode Library Research

Yaitu suatu metode mendapatkan data-data dengan cara mempelajari buku-buku dan literature ilmiah.

2. Metode Field Research

Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruang dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Yaitu metode pengumpulan data dengan mengadakan penelitian langsung kelapangan untuk mendapatkan informasi akurat guna dijadikan pedoman penelitian

Dalam Field research digunakan teknik-teknik sebagai berikut :

a. Metode Observasi

Yaitu teknik praktek lapangan dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian

b. Metode Interview

Yaitu mengadakan tanya jawab kepada sumber data atau pihak perusahaan yang dipergunakan untuk melengkapi data-data kuantitatif.

3. Metode Eksperimental

Yaitu metode penelitian dengan melakukan percobaan langsung terhadap obyek yang diteliti dengan mengadakan variasi suhu ruangan dan prosentase pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) terhadap pengujian Ratio Cover dan kekuatan filament polyester di dalam laboratorium.

4. Metode Laboratorium

Metode ini dilaksanakan dalam laboratorium untuk menguji hasil penelitian yaitu untuk mengetahui seberapa besar kandungan ratio cover dan kekuatan filament Polyester benang core-spun 128 d-Tex.

Metode Analisis Data

Adalah fase statistik dimana hanya berusaha melukiskan atau menganalisa kelompok yang diberikan tanpa membuat atau menarik kesimpulan tentang populasi atau kelompok yang lebih besar (Sudjana, 1998 hal 6).

Metode statistik deskriptif yang dipergunakan adalah :

1. Mean :

$$\bar{X} = \frac{\sum x_1}{n}$$

dimana : \bar{X} = Harga rata-rata

$\sum x_1$ = Jumlah hasil percobaan

n = Banyaknya data hasil percobaan

2. Variance (S²)

$$S^2 = \frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}$$

3. Standart Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

4. Coefficient of Variation (cv)

$$cv = \frac{sd}{\bar{x}} \times 100\%$$

5. Error (E) :

$$E = \frac{t \cdot x \cdot cv}{\sqrt{n}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan dari data Penelitian Ratio Cover Benang Core-Spun 128 d-Tex akibat pengaruh suhu ruangan dan prosentase pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) pada ruang laboratorium pengujian adalah sebagai berikut :

Hasil Analisa Data Deskriptif.

Rasio Cover Benang Core-Spun 128 d-Tex :

Dari hasil penelitian didapat data-data ratio cover benang core-spun 128 d-Tex. Data tersebut dikelompokkan dan dikumpulkan menurut variasi penelitian dan analisa dengan formula sebagai berikut:

Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruang dan Prosentase Pemakaian H_2SO_4 (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-TEX di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Hasil Perhitungan Statistik Diskriptif

No	Variasi	Perhitungan Statistik Deskriptif						
		N	Σx	\bar{x}	S^2	SD	CV	E%
1.	I	20	4261,12	213,06	8,47	2,91	1,36	0,60
2.	II	20	4013,40	200,67	6,12	2,01	1,09	0,57
3.	III	20	3585,80	179,29	4,80	1,96	1,01	0,55
4.	IV	20	3963	198,15	5,47	1,99	0,96	0,52
5.	V	20	377620	188,81	3,12	1,36	0,52	0,47
6.	VI	20	3547,80	177,39	4,97	2,98	1,27	0,58

Sumber : Data Diolah

Hasil Analisa Data Inferensia

Hasil Perhitungan ANAVA

Sumber Variasi	DK	JK	KT	F_{hitung}	F_{Tabel}
Rata-rata perlakuan	1	160140,2	160140,2	-	-
A	1	680,2	680,2	69,98	3,92
B	2	2314,15	764,67	78,67	3,07
AB	2	104,62	52,31	5,38	3,07
E	114	1108,11	9,72	-	-
Jumlah	120				

Sumber : Data di Olah

Hasil pengujian ratio cover dan kekuatan filament benang core-spun tidak standard diantaranya disebabkan variasi pemakaian konsentrasi H_2SO_4 (asam Sulfat) dan suhu ruang pengujian yang tidak tepat.

Secara matematis, untuk mendapatkan variasi perbandingan yang tepat dapat dijelaskan dengan rumus pendekatan seperti pada Bab II.

Sebagai contoh dapat diambil dari hasil mesin ring core spinning yang memproduksi benang core-spun dengan nomor 128 d-TEX.

Parameter yang diketahui adalah sebagai berikut :

Ratio cover	= 37,11 %
Barat benang	= 1 gram
Konsentrasi (%)	= 50%, 70%, 90%
Suhu ruang	= 21°C dan 28° C
Waktu	= 15 menit
Volume	= 50 ml <u>Y</u> 50 gram
Ar H	= 1
Ar S	= 32
Ar O	= 16
Ar C	= 12
Mr H_2SO_4	= 98
Mr Dacron ($C_8H_6O_2$)	= 182
Mr Selulosa ($C_{12}H_{20}O_{10}$)	= 324

Dengan menggunakan rumus pendekatan didapat, untuk :

- Proses pemakaian (konsentrasi) H_2SO_4 = 70%

Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H_2SO_4 (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Text di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

- Suhu ruang pengujian = 21°C

Pengaruh konsentrasi pada kecepatan reaksi (21°C)

No.	Mol Dacron	Mol Selulosa	Mol H_2SO_4	Waktu	Kecepatan reaksi (V)
1	0,004	0,001	50% : 102 M	15 menit	0,113 M/detik
2	0,004	0,001	70% : 142,9 M	15 menit	0,1588 M/detik
3	0,004	0,001	90% : 183,67 M	15 menit	0,204 M/detik

Pembahasan

No.	Suhu (°C)	Konsentrasi (%)	Zat terlarut (%)	Zat sisa (%)
1.	21°C	H_2SO_4 50 %	28 %	77 %
2.	21°C	H_2SO_4 70 %	38 %	62 %
3.	21°C	H_2SO_4 90 %	46,6 %	53,4 %
4.	28°C	H_2SO_4 50 %	32 %	68 %
5.	28°C	H_2SO_4 70 %	53,3 %	46,7 %
6.	28°C	H_2SO_4 90 %	59,9 %	40,1 %

Berdasarkan tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa :

Dengan pemakaian suhu ruangan yang rendah akan didapatkan suatu proses pelarutan zat (selulosa) yang rendah sehingga diperoleh zat sisa kelarutan yang tinggi (besar). Dan secara langsung ratio cover menjadi rendah. Sebaliknya bila suhu ruangan dinaikkan maka akan didapatkan proses pelarutan zat (selulosa) yang tinggi (besar).

Begitu juga pada pemakaian prosentase (konsentrasi) H_2SO_4 (asam sulfat) bila konsentrasi yang rendah akan didapatkan suatu proses pelarutan zat (selulosa) yang rendah sehingga diperoleh zat sisa kelarutan yang tinggi dan secara langsung ratio cover menjadi rendah.

Begitupun sebaliknya bila pemakaian konsentrasi H_2SO_4 yang lebih tinggi maka akan didapat proses pelarutan zat yang lebih tinggi sehingga diperoleh ratio cover yang tinggi.

Dapat diambil kesimpulan yang lebih jelas bahwa dengan pemakaian suhu ruangan (21°C) dan konsentrasi H_2SO_4 (asam sulfat) (70 %) didapatkan ratio cover yang lebih baik dan semakin standard ratio cover sebesar (38 %) disbanding dengan variasi lainnya.

KESIMPULAN

- o Dari perhitungan dengan menggunakan formulasi korelasi berganda, maka didapatkan nilai koefisiensi korelasi berganda $r = 0,882$. ini berarti terdapat hubungan yang kuat (erat) antara pemakaian suhu ruangan (°C) dengan prosentase pemakaian (konsentrasi) H_2SO_4 (asam sulfat) sehingga diperoleh ratio cover yang sesuai standart, hal ini karena diperoleh variasi suhu ruangan (°C) dan prosentase pemakaian (konsentrasi) H_2SO_4 asam sulfat yang terbaik.
- o Secara bersama – sama kombinasi suhu ruangan (°C) dan prosentase pemakaian (konsentrasi) H_2SO_4 (asam sulfat) berpengaruh terhadap Ratio Cover Benang Dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun No 128 d.Text.
- o Secara langsung dan beresama – sama bahwa semakin besar zat sisa kelarutan (filament polyester) yang ada, maka semakin besar pula kekuatan filament polyester namun ini harus disesuaikan dengan ratio cover karena ratio coverlah yang menjadi topik permasalahan.
- o Variasi yang terbaik adalah variasi suhu ruangan (21°C) dan prosentase pemakaian (konsentrasi) H_2SO_4 (70 %).

Ahmad Yufron, 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruang dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Text di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

DAFTAR PUSTAKA

- Anto Dajan, 1987, *Pengantar Metode Statistik Jilid II*, LP₃ES.
Djarwanto, 1988, *Statistik Induktif Edisi Keempat*, Yogyakarta, BPFE.
Grover Elliot B. DS Haraby 1869, *Hand Book Of Textile Testing And Quality Control*, New Delhi, WHILEY EASTERN Limited.
Martoharsono, 1994, *Biokimia Universitas*, Jakarta, P.T. Pradnya Pramitha.
Pawitro, Et all 1973, *Teknologi Pemintalan*, Bandung, Institut Teknologi Tekstil.
PHI Beta Group, 1992, *Kimia 3 SMA*.
Pryo Utomo, Widjajanto Prijosoejono, I Wayan Sumberartha, 1999 *Praktikum Biokimia*, Universitas Negeri Malang.
Sudjana, 1992, *Desain dan Analisis Experimen*, Bandung, Tarsito.
Sudjana, 1992, *Metode Statistika*, Bandung, Tarsito.
Soeprijono Et all 19769, *Statistical Quality Control*, Bandung, Institut Teknologi Tekstil.
Sukardjo, 1985, *Ikatan Kimia Yogyakarta*, P.T. Bina Aksara.
Soepriono, Et all 1973, *Teknologi Pemintalan*, Bandung, Institut Teknologi Tekstil.
Sugiharto N, Shigheru Watanabe, 1980, *Teknologi Tekstil*, Kakarta, P.T. Pradnya Pramitha.

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pagaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

PENGARUH BAHAN TAMBAHAN TEXAPON TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN

Nurjanah, Ega Dyah Agvantri
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Islam Balitar
Jl. Majapahit No. 4 Blitar Jawa Timur
Email : cahayaayu@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan dalam bidang konstruksi yang sangat pesat, diantaranya dalam pembangunan perumahan ,kantor rumah sakit dan sebagainya . Beton sebagai bahan bangunan sudah lama digunakan dan diterapkan secara luas oleh masyarakat sebab memiliki keunggulan – keunggulan dibanding material struktur lainnya yakni memiliki kekuatan yang baik, tahan api, tahan terhadap perubahan cuaca, serta relatif mudah dalam pengerjaan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh substitusi dengan bahan tambahan Texafon terhadap kuat tekan beton Metode yang di gunakan pada penelitian ini yakni dengan membuat beton ringan substitusi bahan tambahan texafon sebesar 0%, 10 % dan 30 % dari berat pasir Beton ringan yang sudah di curing selama 7 hari kemudian di uji untuk mendapatkan nilai kuat tekan dari beton ringan. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan substitusi 0% pada umur 7 hari adalah sebesar 6,2 Mpa, Sedangkan dengan tambahan 10% adalah sebesar 5,21 Mpa dan dengan tambahan 30% adalah sebesar 4,51 Mpa.

Kata kunci : Beton Ringan, Texafon, Kuat tekan beton

ABSTRACT

Development in the field of construction is very rapid, including in the construction of housing, hospital offices and so on. Concrete as a building material has long been used and widely applied by the community because it has advantages - advantages over other structural materials which have good strength, fire resistance, resistance to weather changes, and are relatively easy in construction.

This research was conducted to determine the effect of substitution with Texafone additives on concrete compressive strength. The method used in this study is to make lightweight concrete substitute for texafon additives by 0%, 10% and 30% of the weight of lightweight Concrete sand which has been cured during 7 days later it was tested to get the compressive strength of lightweight concrete. The results showed the value of 0% substitution strength at 7 days is 6.2 Mpa, while an additional 10% is 5.21 Mpa and an additional 30% is 4.51 Mpa.

Keywords: Lightweight Concrete, Texafo and Concrete Compressive Strength

PENDAHULUAN

Pembangunan dalam bidang konstruksi di era modern menunjukan perkembangan yang sangat pesat , keunggulan – keunggulan material struktur yakni memiliki kekuatan yang baik ,tahan api, tahan terhadap perubahan cuaca. Namun beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya cukup tinggi sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar. oleh karena itu inovasi teknologi beton menjawab tantangan dalam kebutuhan, diantaranya bersifat ramah lingkungan dan memiliki berat jenis yang rendah (beton ringan). beton ringan pada umumnya memiliki berat jenis kurang dari 1900kg/m. Dalam proses pembuatan beton ringan tentunya dibutuhkan material campuran yang memiliki berat jenis rendah. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah *Foam/Texapon* merupakan salah satu yang memiliki berat jenis rendah. Dengan digunakannya *Foam/Texapon* pada campurn beton, maka secara total berat beton akan menjadi lebih ringan serta nilai guna *Foam/Texapon* akan bertambah, Namun hal ini akan berpengaruh pada kekuatan beton tersebut seiring dengan penambahan *Foam/Texapon* pada campuran beton. Dengan penambahan material *Foam/Texapon* yang bervariasi pada campurn beton, di maksudkan untuk mengetahui kuat tekan beton. Serta dapat menghasilkan beton ringan yang bisa di gunakan oleh masyarakat luas sebagai bahan material struktur

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian yang bersifat eksperimental terhadap “KARAKTERISTIK BETON RINGAN DENGAN BAHAN TAMBAHAN TEXAPON TERHADAP KUAT TEKAN ”

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton ringan. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium berupa pengujian karakteristik beton ringan dengan bahan pengisi *Texapon*. Waktu

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pagaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

penelitian kurang lebih 2 minggu pada tanggal 3 Oktober sampai dengan 19 Oktober 2017 Dengan deesain benda uji terbagi menjadi 1 bentuk yaitu : Balok ukuran 15 x 15 x 15 cm³ untuk pengujian kuat tekan. Dan Variasi persentase *Texapon* : 10%, 30%, serta *Texapon* yang digunakan \pm 500 gr Jumlah benda uji yang akan dibuat dapat dilihat pada Tabel 1.1 dibawah ini :

Tabel 1.1 Jumlah benda uji

Beton	Umur pengujian (Hari)	Jumlah sampel	
		Silinder	Balok
Beton Normal	7	-	3
Beton Texapon 10%	7	-	3
Beton Texapon 30%	7	-	3
Jumlah			9

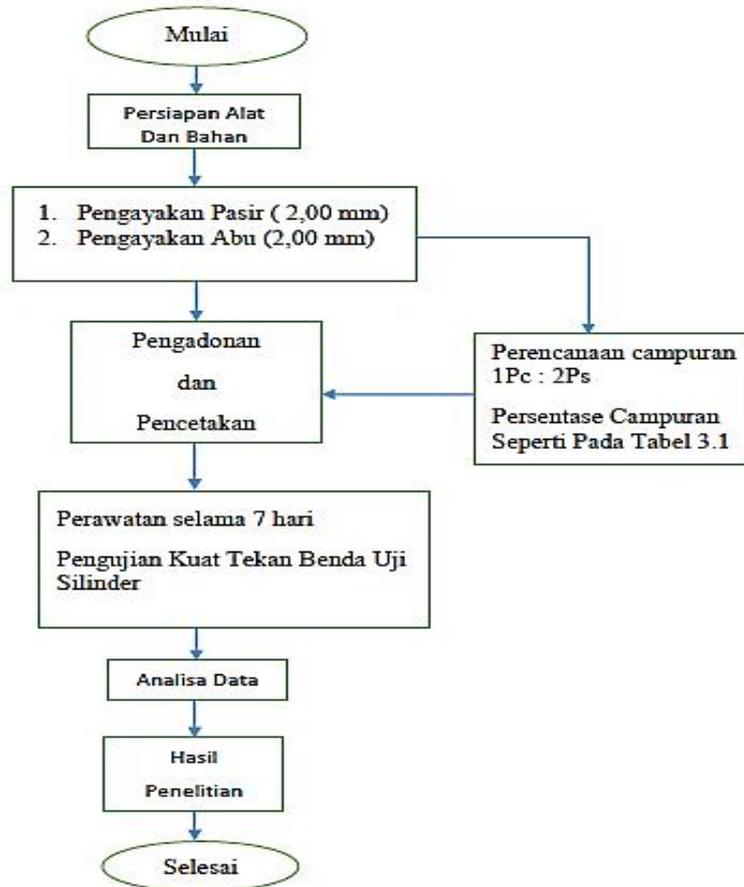
Penelitian ini menggunakan metodologi *true experimental study* dimana dilakukan analisa pengukuran data menggunakan skala rasio SNI yang membandingkan antara satu jenis bahan agregat halus , kemudian diuji terhadap kualitas agregat dan kekuatannya di laboratorium.

Tahapan pelaksanaan eksperimen ini sebagaimana di tunjukkan pada Tabel 1.2 di bawah ini :

Tabel 1.2 Jenis Tahapan Pengujian

No.	Jenis Tahapan Pengujian	Acuan
Tahapan Pra Pengujian		
1	Pemeriksaan berat satuan/ isi/ volume agregat kasar	SNI 03-4804-1998
2	Rongga udara agregat kasar	SNI 03-4804-1998
3	Analisa saringan/ gradasi agregat kasar	SNI 03-1968-1990
4	Spesifik <i>gravity</i> agregat kasar yaitu berat jenis curah (<i>bulk</i>) dan berat jenis semu (<i>apparent</i>) dan Penyerapan air agregat kasar (absorpsi)	SNI 1969:2003
5	Kadar air agregat kasar	SNI 03-1971-1990
6	Uji keausan agregat dengan mesin Abrasi <i>Los Angeles</i>	SNI 2417-2008
7	Uji kekerasan agregat kasar	SK SNI
Tahapan Pengujian		
1	Merancang campuran beton normal (<i>mix design</i>) dengan mutu beton f_c' 22,5 MPa (K225kg/cm ²)	SK.SNI.03-2834-2002
2	Tes <i>slump</i> beton	SNI 1972:2008
3	Pembuatan dan perawatan benda uji	SNI 03-2493-1991
4	Berat isi, volume produksi dan kadar udara beton	SNI 1973:2008
5	Kuat tekan beton	SNI 03-1974-1990
6	Kuat tarik beton	SNI-0324911991

Prosedur pelaksanaan penelitian di tunjukkan pada Gambar 1.1 diagram alir penelitian di bawah ini :



Gambar 1.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

1. Pengujian Kadar Air Agregat

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{w_3 - w_5}{w_5} \times 100 \% \quad (1)$$

dimana : w_3 = berat benda uji semula (gram)

w_5 = berat benda uji kering oven (gram)

1. Kadar air yang terkandung didalam agregat yaitu: = 24,24 %
2. Pemeriksaan kadar air minimal dilakukan 2 (dua) kali, kemudian diambil
3. nilai rata-ratanya. Pada penelitian ini diambil 5 (lima) kali pengujian.

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

$$\text{Berat Jebis curah} = \frac{Bk}{(B+500-Bt)} \quad (2)$$

$$\text{Berat Jenis kering permukaan jenuh} = \frac{500}{(B+500-Bt)} \quad (3)$$

$$\text{Berat Jebis Semu} = \frac{Bk}{(B+5k-Bt)} \quad (4)$$

$$\text{Berat Jebis curah} = \frac{(500-Bk)}{Bk} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana :

- B_k = berat benda uji kering oven (gr).
- B = berat piknometer berisi air (gr).
- B_t = berat piknometer berisi benda uji dan air (gr).
- 500 = berat benda uji dalam keadaan ssd (gr)

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pagaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

3. Pengujian Bobot Dan Berat Isi Agregat

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{W_4}{V} \text{ gr/cc \%} \quad (6)$$

Dimana : W_4 = berat material yang diuji (gr)
 V = isi wadah (cc)

4. Hubungan antara modulus halus agregat kasar, agregat halus dan agregat campuran (kasar dan halus) dapat dinyatakan pada Persamaan 7 sebagai berikut :

$$W = \frac{(K - C)}{(C - P)} \times 100\% \quad (7)$$

Dimana:

- W = Persentase berat agregat halus (pasir) terhadap berat agregat kasar (kerikil/batu pecah).
- K = Modulus halus butir agregat kasar.
- P = Modulus halus butir agregat halus.
- C = Modulus halus butir agregat campuran.

5. kuat tekan beton dihitung dengan rumus :

$$f_{ci} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (8)$$

Dimana :

- f_{ci} = Kuat tekan beton (kg/cm²)
- A = Luas penampang benda uji yang mengalami tekanan
- P = Beban yang bekerja (kg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pemeriksaan Kadar air agregat halus yang berasal dari daerah lumajang di tunjukkan pada Tabel 1.3 di bawah ini

Tabel 1.3. kadar air agregat halus (pasir) yang berasal dari lumajang

Pemeriksaan		San	Benda uji				
			I	II	III	IV	V
Berat cawan	W_1	(gr)	3.2	3.2	3.2	3.4	3.2
Berat cawan + benda uji	W_2	(gr)	32.0	32.8	27.2	29.8	20.6
Berat benda uji	$W_3 = W_2 - W_1$	(gr)	28.8	29.6	24	26.4	17.4
Berat cwn + BU krng oven	W_4	(gr)	32.0	32.8	27.2	29.6	20.6
Berat benda uji kering oven	$W_5 = W_4 - W_1$	(gr)	28.8	29.6	24	26.2	17.4
$\frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\%$ Kadar air =		(%)	27.8	28.6	23	25.4	16.4
Kadar air rata- rata		(%)	24.24				

Dari Tabel 1.3 di atas dapat kita ketahui bahwa :

Kadar air yang terkandung didalam agregat yaitu : = 24,24 %, Pemeriksaan kadar air minimal dilakukan 2 (dua) kali, kemudian diambil nilai rata- ratanya. Pada penelitian ini diambil 5 (lima) kali pengujian.

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pagaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

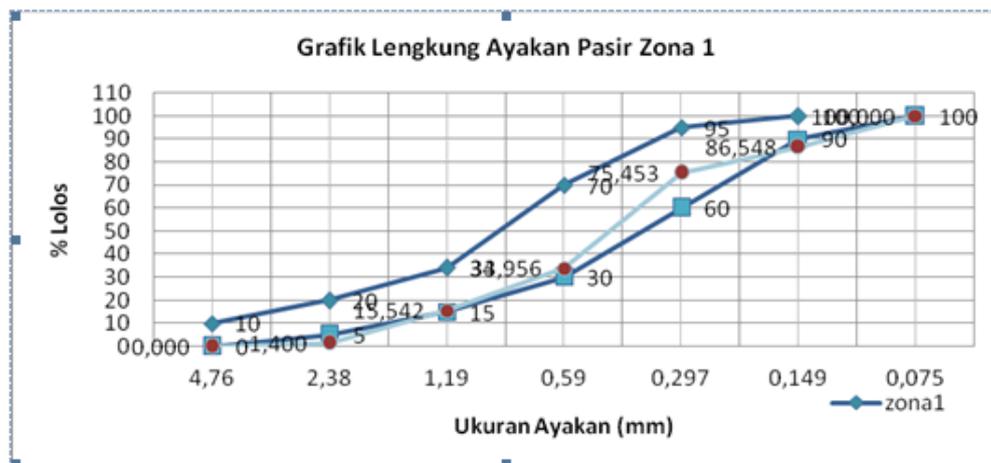
2. Hasil pemeriksaan Gradasi agregat Halus di tunjukkan pada Tabel 1.4 di bawah ini :

Tabel 1.4 analisa saringan agregat halus (pasir lumajang)

Lubang Saringan		Pasir			
No	Mm	Tertinggal	%	%Kumulatif	
		Gram		Tertinggal	Lolos
3"	76,2	-	-	-	-
2.5"	63,5	-	-	-	-
2"	50,8	-	-	-	-
1.5"	38,1	-	-	-	-
1"	25,4	-	-	-	-
3/4"	19,1	-	-	-	-
1/2"	12,7	-	-	-	-
3/8"	9,5	-	-	-	100
4	4,76	0	0,000	0,000	100,000
8	2,38	146,10	13,452	13,452	86,548
16	1,19	120,5	11,095	24,547	75,453
30	0,59	450,7	41,497	66,044	33,956
50	0,297	200	18,415	84,458	15,542
100	0,149	153,6	14,142	98,600	1,400
200	0,075	15,2	1,400	100,000	0,000
Pan		5	0,460	-	-
Σ =		1086,1	100	287,101	

Pemeriksaan gradasi agregat halus seperti pada Tabel 1.4 di atas menunjukkan pada saringan no 4 (4,76mm) agregat halus lolos semua, pada saringan no 8 (2,38mm) tertinggal seberat 146,10 gr sebanyak 13,452%, pada saringan no 16 (1,19mm) berat tertinggal sebesar 120,5 gr sebanyak 11,095%, untuk saringan no 30 (0,59mm) berat tertinggal sebesar 450,7 gr sebanyak 41,497%, untuk saringan no 50 (0,297mm) tertinggal sebesar 200 gr sebanyak 18,415%, untuk saringan no 100 (0,149mm) berat tertinggal 153,6 gr sebanyak 14,142%, untuk saringan no 200 (0,075mm) berat tertinggal sebesar 15,2 gr sebanyak 1,4%, untuk pan berat tertinggal sebesar 5 gr sebanyak 0,46%. Juga bisa dilihat persentase berat yang tertinggal yaitu untuk persentase komulatif tertinggal dan persentase komulatif lolos.

Sedangkan untuk mengetahui kondisi garis lengkung ayakan pasir dapat di lihat pada Gambar 1.2 di bawah ini :



Gambar 1.2. Lengkung ayakan pasir zona 1

2. Dilihat dari Gambar 1.2 di atas: bahwa :
- Modulus kehalusan untuk agregat halus :

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pengaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

$$\frac{\sum \% \text{yang tertahan ayakan n}0 \text{ 3/8" sampai n}0 \text{ 100}}{100} = 2,87$$

Modulus kehalusan agregat = 2,87. suda memenuhi standart MHB agregat halu yaitu 1,5 – 3,8. ((Teknologi beton, Ir. Tri Mulyono, MT)hal. 99).

➤ Dari grafik maka pasir dari lumajang kabupaten malang, masuk zona 1 (pasir kasar)

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan Agregat Halus pasir Lumajang di tunjukkan pada Tabel 1.5 di bawah ini :

Tabel 1.5 Hasil Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus pasir Lumajang

NOMOR CONTOH			A
Berat benda uji kering permukaan jenuh	500	(gr)	500
Berat benda uji kering oven	Bk	(gr)	493,1
Berat benda uji dalam air	B	(gr)	666,7
Berat piknometer + benda uji (ssd) + air (pd suhu kamar)	Bt	(gr)	983,1

(Lanjutan) Tabel 1.5 Hasil Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus pasir Lumajang

NOMOR CONTOH		B
Berat Jenis Curah (Bulk Spesific Grafity)	Bk/(B+500-Bt)	2,686
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Spesific Grafity Saturated Surface Dry)	500/(B+500-Bt)	2,723
Berat Jenis Semu Apparent Spesific Gravity)	Bk/(B+Bk-Bt)	2,791
Penyerapan (%) (Absorption)	(500-Bk)/Bkx100%	1,399

3. Pengujian Bobot Dan Berat Isi Agregat Halus dapat di lihat pada Tabel 1.6 berikut :

Tabel 1.6. hasil uji bobot /berat isi agregat halus (Pasir Lumajang)

Pemeriksaan	Satuan	Benda uji					
		I	II	III	IV	V	
Berat cawan	W ₁	(gr)	3,2	3,4	3,4	3,4	3,8
Berat cawan + benda uji	W ₂	(gr)	69,6	57	64,4	51,6	59,6
Berat benda uji	W ₃ = W ₂ - W ₁	(gr)	66,4	53,6	61	48,2	55,8
Berat cwn + BU krng oven	W ₄	(gr)	68,8	55,4	62,2	50,6	58
Berat benda uji kering oven	W ₅ = W ₄ - W ₁	(gr)	65,6	52	58,8	47,2	54,2
Kadar air = $\frac{W_2 - W_5}{W_5} \times 100 \%$	(%)		0,0122	0,0308	0,0374	0,0212	0,0295
Kadar air rata- rata	(%)		0,0262				

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pengaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

4. Pengujian Kadar Air Agregat kasar dapat di lihat pada Tabel 1.7 berikut :

Tabel 1.7 Kadar Air Agregat kasar yang berasal dari batu kali atau batu gunung

Pemeriksaan		Satuan	Benda uji				
			I	II	III	IV	V
Berat cawan	W_1	(gr)	3,2	3,4	3,4	3,4	3,8
Berat cawan + benda uji	W_2	(gr)	69,6	57	64,4	51,6	59,6
Berat benda uji	$W_3 = W_2 - W_1$	(gr)	66,4	53,6	61	48,2	55,8
Berat cwn + BU kmg oven	W_4	(gr)	68,8	55,4	62,2	50,6	58
Berat benda uji kering oven	$W_5 = W_4 - W_1$	(gr)	65,6	52	58,8	47,2	54,2
Kadar air = $\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100 \%$		(%)	0,0122	0,0308	0,0374	0,0212	0,0295
Kadar air rata- rata		(%)	0,0262				

❖ Kadar air yang terkandung didalam agregat yaitu 0,0262 Pemeriksaan kadar air minimal dilakukan 5 (dua) kali, kemudian diambil nilai rata- ratanya. Pada penelitian ini diambil 5 (lima) kali pengujian.

5. Analisa Saringan Agregat Kasar dapat di lihat pada Tabel 1.8 berikut :

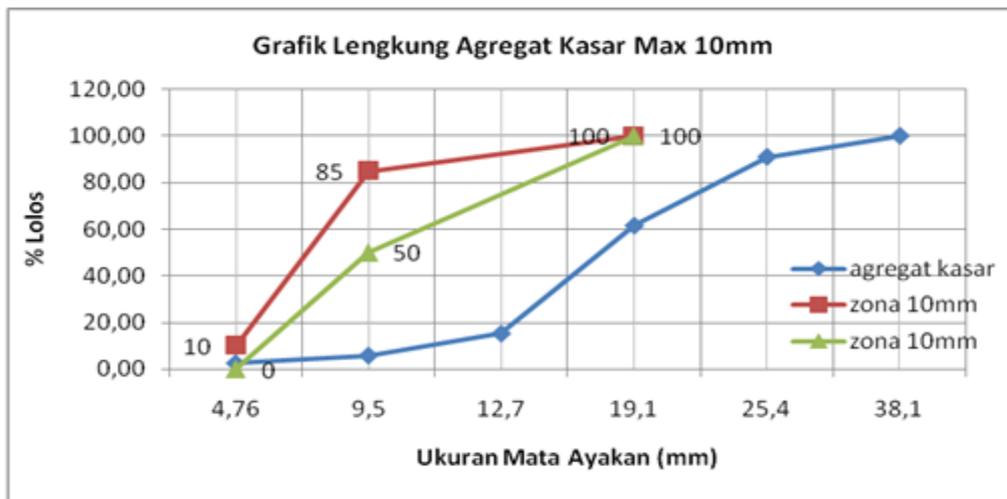
Tabel 1.8 Tabel analisa saringan agregat kasar

Lubang Saringan		Pasir			
		Tertinggal		%Kumulatif	
No	Mm	Gram	%	Tertinggal	Lolos
3"	76,2	-	-	-	100
2.5"	63,5	-	-	-	100
2"	50,8	-	-	-	100
1.5"	38,1	-	-	-	100
1"	25,4	1100	9,02	9,02	90,98
0.75"	19,1	3600	29,51	38,52	61,48
0.5"	12,7	5650	46,31	84,84	15,16
0.375"	9,5	1150	9,43	94,26	5,74
4	4,76	400	3,28	97,54	2,46
8	2,38	300	2,46	100,00	-
16	1,19	-	-	100,00	-
20	0,85	-	-	100,00	-
50	0,297	-	-	100,00	-
100	0,149	-	-	100,00	-
200	0,075	-	-	100,00	-
Pan		-	-	0,00	-
$\Sigma =$		12200	100,0	815,16	

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pagaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

Pemeriksaan gradasi agregat kasar seperti pada Tabel 1.8 di atas menunjukkan pada saringan no 1 (25,4mm) agregat kasar tertinggal seberat 1100 gr sebanyak 9,02%, pada saringan no 0.75 (19,1mm) tertinggal seberat 3600 gr sebanyak 29,51%, pada saringan no 0.5 (12,7mm) berat tertinggal sebesar 5650 gr sebanyak 46,31%, untuk saringan no 0.375 (9,5 mm) berat tertinggal sebesar 1150 gr sebanyak 9,43%, untuk saringan no 4 (4,76mm) tertinggal sebesar 400 gr sebanyak 3,28%, untuk saringan no 8 (2,38mm) berat tertinggal 300 gr sebanyak 2,46. Juga bisa dilihat persentase berat yang tertinggal yaitu untuk persentase kumulatif tertinggal dan persentase kumulatif lolos.

Sedangkan untuk mengetahui kondisi garis lengkung ayakan Agregat Kasar dapat di lihat pada Gambar 1.3 di bawah ini



Gambar 3. grafik lengkung agregat kasar

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat kasar dapat di lihat padaa Tabel 1.9 berikut :

Tabel 1.9. Tabel pengujian berat jenis dan penyerapan ageregat kasar

		A
Berat benda uji kering permukaan jenuh	Bj (gr)	5096
Berat benda uji kering oven	Bk (gr)	4940
Berat benda uji dalam air	Ba (gr)	3033

(Lanjutan)Tabel 1.9. Tabel pengujian berat jenis dan penyerapan ageregat kasar

Nomor Contoh		B
Berat Jenis Curah (Bulk Spesific Grafity)	Bk/(Bj-Ba)	2,395
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Spesific Grafity Saturated Surface Dry)	Bj/(Bj-Ba)	2,470
Berat Jenis Semu Apparent Spesific Gravity)	Bk/(Bk-Ba)	2,590
Penyerapan (%) (Absorption)	(Bj-Bk)/Bkx100%	3,158

Catatan: Pemeriksaan dan penyerapan agregat halus,dilakukan minimal 2 kali, kemudian di ambil rata- ratanya

2. Analisa dan Perhitungan Mix Design

Berdasar SNI-03-2834-2002. Untuk membuat 1 m³ beton mutu fc' 22,5 MPa (K225), FAS: 0,52, slump(30-60) cm dan kebutuhan untuk bahan bisa dilihat pada tabel bisa di lihat pada Tabel 1.20 berikut :

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pengaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

FORMULIR PERANCANGAN CAMPURAN BETON NORMAL

NO	URAIAN	TABEL / GRAFIK	NILAI		
1	Kuat tekan yang disyaratkan (2 HR, 5%)	Ditetapkan	19 Mpa		
2	Deviasi standar	Diketahui	-		
3	Nilai Tambah (Margin)	(K=1,64) 1,64*(2)	7 Mpa		
4	Kuat tekan rata2 yg ditargetkan	(1) + (3)	26 Mpa		
5	Jenis Semen	Ditetapkan	Normal (Tipe I)		
6	Jenis Agregat Kasar	Ditetapkan	Batu pecah		
	Jenis Agregat Halus	Ditetapkan	Pasir		
7	Faktor Air semen Bebas	Grafik 1/2	0,37		
8	Faktor air semen Maksimum	Tabel 3	0,6		
9	Slump	Ditetapkan/ Tabel 6	60 - 180 mm		
10	Ukuran Agregat Maksimum	Ditetapkan	40 mm		
11	Kadar Air Bebas	Tabel 6 / Langkah 5	185.000 kg/m ³		
12	Jumlah semen	(11) : (8)	500.000 kg/m ³		
13	Jumlah Semen Maksimum	Ditetapkan	-		
14	Jumlah Semen Minimum	Ditetapkan / Tabel 3	275 kg/m ³		
15	FAS yg disesuaikan	-	-		
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 - 6	Zona 1		
17	Persen agregat halus	Grafik 13 - 15	40%		
18	Berat Jenis Relatif Agregat Gabungan (SSD)	Diketahui	2,571 kg/m ³		
19	Berat isi beton	Grafik 16	2350 kg/m ³		
20	Kadar agregat gabungan	(19) - (11) - (12)	1665.000 kg/m ³		
21	Kadar agregat halus	(17) * (20)	666.000 kg/m ³		
22	Kadar agregat kasar	(20) - (21)	999.000 kg/m ³		
Banyaknya Bahan (Teoritis)		Semen (kg)	Air (kg/lt)	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (Teoritis)		500,00	185.000	666.000	999.000
Tiap campuran uji 0,053 m ³		5,57	2,06	7,42	11,13
Tiap m ³ dg ketelitian 5kg (Aktual)		500,00	171,41	701,226	977,360
Tiap campuran uji 0,053 m ³		5,57	1,91	7,81	
Tahu beton					
Proporsi (Teoritis) (1/3)		1,00	0,37	1,33	2,00
Proporsi (Aktual)		1,00	0,34	1,40	0,00

Tabel 1.10 mix desain

No	Jenis Beton	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Semen (kg)	Air (litr)	Texapon (gr)
1.a	Beton Normal	2,91	4,06	1,41	0,66	-
		2,91	4,06	1,41	0,66	-
		2,91	4,06	1,41	0,66	-
2.a	beton campuran texapon 10%	7,87	4,06	1,41	0,66	100
		7,87	4,06	1,41	0,66	100
		7,87	4,06	1,41	0,66	100
3.a	beton campuran texapon 30%	5,53	4,06	1,41	0,66	300
		5,53	4,06	1,41	0,66	300
		5,53	4,06	1,41	0,66	300

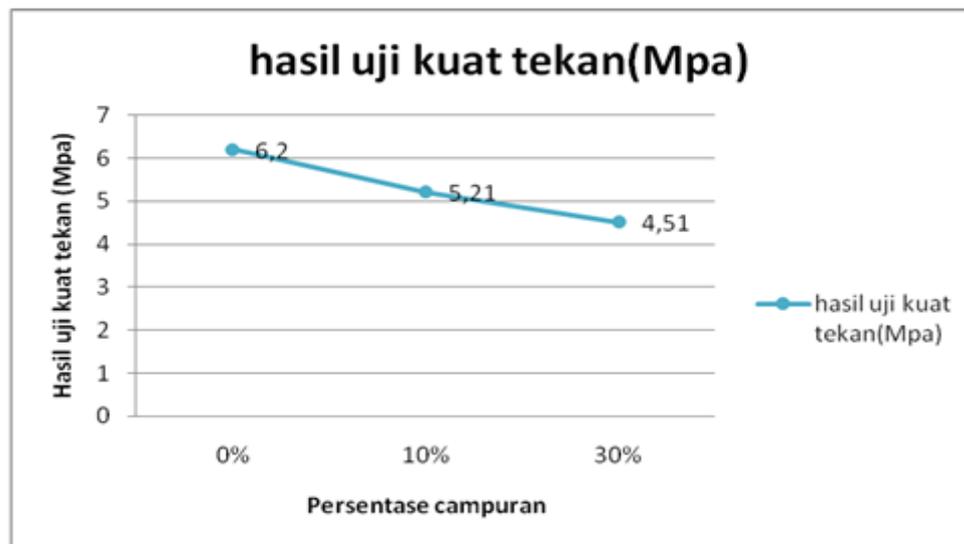
Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pagaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 31-41

3. Pemeriksaan kuat tekan beton dapat di lihat pada Tabel 1.11 berikut :

Tabel 1.11 Hasil uji kuat tekan

No	Jenis Beton	Berat (kg)	Tinggi(mm)	P maxs (km)	Kuat tekan(Mpa)	Kuat tekan rata-rata(Mpa)
1	Beton normal	6,82	15	95,5	6,52	6,2
		6,94	15	90,4	6,16	
		7,06	15	86,7	5,92	
2	Beton campuran texapon 10%	5,47	15	76,7	5,23	5,21
		5,99	15	78,8	5,38	
		5,38	15	73,7	5,03	
3	Beton campuran texapon 30%	5,14	15	67,9	4,63	4,51
		4,29	15	65,6	4,47	
		5,12	15	65	4,43	

Gambar 1.4 berikut menunjukkan bahwa penambahan volume (*texapon*) akan menurunkan kuat tekan beton secara signifikan yang disebabkan bobot (*texapon*) yang sangat ringan, sehingga (*texapon*) dianggap sebagai rongga udara pada beton



Gambar 1.4. Hasil persentase dari kuat tekan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh besarnya volume (*texapon*) dalam campuran beton. Dimana semakin besar volume (*texapon*) maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Nilai kuat tekan dengan volume (*texapon*) 0%, 10%, 30%, dan rata-rata pada umur 7 hari berturut-turut adalah 6,2 MPa, 5,21 Mpa, 4,51 Mpa.
2. Didapatkan penurunan antara beton normal dan beton campuran texapon 10% sebesar 13% , Sedangkan penurunan beton normal dan campuran texapon 30 % sebesar 20 %.

Terkait dengan penelitian ini, disarankan perlunya penelitian lebih lanjut pada beton ringan (*texapon*) untuk meningkatkan sifat mekanik beton yaitu kuat tekan, kuat tarik belah, serta kuat lentur. Dan disarankan penelitian lebih lanjut untuk metode pemadatan campuran beton ringan (*texapon*) agar padat saat digetarkan, (*texapon*) tidak naik ke permukaan, sehingga campuran bisa lebih merata dan terikat sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Lis Ayu Widari, Fasdarsyah, Iva Debrina, Mart 2015, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, *Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving Block*
- Hunggurami ,Elia, Dosen pada Jurusan Teknik Sipil, FST Undana, Wilhelmus Bunganaen, Dosen pada Jurusan Teknik Sipil, FST Undana, Richardo Yeskial Muskanan, Penamat dari Jurusan Teknik Sipil, FST Undana, 2014.

Nurjanah dan Ega Dyah Agvantri. 2019. Pagaruh bahan tambahan texafon terhadap kuat tekan beton ringan.
Jurnal Qua Teknika, (2019), 9 (1) : 31-41

Mustain, 2006 diakses di https://harpimandala.files.wordpress.com/2013/11/teknik-sipil_abu-layang.pdf, pada tanggal 30 oktober 2017

Eka Wahyudianto, B., Muhammad Ujjianto, S. T., & Yenny Nurchasanah, S. T. (2016). *Tinjauan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Dinding Pasangan Batu Bata Dengan Perkuatan Diagonal Tulangan Baja (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta)*.

SUSANTO, H., Fepy, S., & Agustin, G. *PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN SEMEN DENGAN ABU SEKAM PADI YANG DIAMBIL DARI TEMPAT BERBEDA TERHADAP KUAT TEKAN BETON* (Doctoral dissertation, Universitas Bengkulu).

Agususilo, D. (2007). *Kuat lekat dan panjang penyaluran baja polos pada beton ringan dengan berbagai variasi kait* (Doctoral dissertation, Universitas Sebelas Maret Surakarta).

Anugraha, R. B., & Mustaza, S. (2010). Beton ringan dari campuran Styrofoam dan serbuk gergaji dengan semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m³. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 8(2), 57-66.

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

ANALISIS PENGARUH ARUS EKSITASI PADA GENERATOR SINKRON TERHADAP PEMBEBANAN DI PLTA WLINGI PT PJB UP BRANTAS

Yudistira Heri Istanto
Fakultas Teknik, Universitas Islam Balitar Blitar
Jl. Majapahit No 04 Blitar

ABSTRAK

Penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh arus eksitasi generator sinkron PLTA Wlingi pada setiap masing – masing perubahan beban untuk menjaga tegangan outpun nominal generator dengan besaran tegangan transmisi 150 kV yang berubah – ubah. Data analisa diperoleh dari Laporan Harian Operasi (LHO) PLTA Wlingi sesuai dengan terjadinya perubahan beban pembangkit atau perubahan nilai tegangan transmisi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perubahan arus eksitasi AVR. Data harian yang diperoleh berikutnya dibandingkan dengan *setting* awal atau karakteristik AVR pada saat *Commissioning Test*, deviasi yang dihasilkan akan dijadikan bahan masukan untuk *Engineering* UP Brantas dalam melakukan tindakan *corrective* berikutnya. Dengan demikian kehandalan PLTA Wlingi dalam melayani P2B untuk menjaga kestabilan sistem transmisi 150 kV Jawa – Bali tetap terjaga. Sehingga dapat berkontribusi dalam peningkatan kinerja perusahaan.

Kata kunci : generator, energi listrik, sistem eksitasi, AVR, medan magnet, rotor, stator, gaya gerak listrik, daya reaktif, kehandalan, kinerja perusahaan.

PENDAHULUAN

Fluktuasi perubahan tegangan pada sistem transmisi 150 kV sangat sering terjadi seiring dengan perubahan pembebanan pada sistem inter koneksi Jawa – Bali, sehingga sebuah generator pembangkit dituntut untuk selalu dapat menstabilkan besaran tegangan keluaran generator yang dihasilkan sesuai dengan tegangan nominal yang diijinkan melalui sebuah Automatic Voltage Regulator (AVR). Dengan pentingnya fungsi sistem eksitasi pada suatu pembangkit tenaga listrik, maka pada kesempatan ini, penulis akan membahas Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB UP Brantas. (Meidensha Electric Mfg, 1978)

Sesuai dengan identifikasi masalah dan masalah yang telah diuraikan maka dalam penulisan proyek akhir ini dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan data *commissioning test* dengan parameter kinerja AVR PLTA Wlingi saat ini.
2. Bagaimana fluktuasi tegangan line 150 kV dan perubahan beban generator PLTA Wlingi terhadap kinerja AVR.
3. Bagaimana pengaruh besarnya arus eksitasi beban terhadap pembebanan generator.

Adapun maksud dan tujuan penelitian yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Membandingkan data *commissioning test* dengan parameter kinerja AVR PLTA Wlingi saat ini.
2. Mengetahui fluktuasi tegangan line 150 kV dan perubahan beban generator PLTA Wlingi terhadap kinerja AVR.
3. Menganalisis pengaruh perubahan beban terhadap besarnya tegangan eksitasi

Alternator Sinkron

Generator merupakan salah satu peralatan utama dalam suatu pembangkit tenaga listrik, baik pada pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga gas, pembangkit listrik tenaga uap, dan pembangkit listrik tenaga diesel (Weedy, 1988). Generator berfungsi untuk mengubah energi mekanik berupa putaran oleh turbin atau penggerak mula (*prime mover*) yang dikopel dengan rotor generator menjadi energi listrik.

Generator AC sinkron (alternator sinkron) merupakan salah satu jenis mesin listrik yang menghasilkan tegangan bolak-balik dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator diperoleh dari proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan jangkar atau stator dengan kumparan medan atau rotor pada generator sinkron.

Dinamika dengan generator sinkron karena pada generator tersebut, frekuensi listrik yang dihasilkan oleh generator sinkron terhadap putaran mekanis generator. Kumparan medan atau rotor yang terdiri atas belitan medan yang disuplai arus searah atau arus eksitasi akan menghasilkan medan magnet yang diputar dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan putar rotor (Ennopati, 2009). Hal ini dapat ditunjukkan seperti pada Persamaan 2.1.

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

$$f = \frac{np}{120} \quad (2.1)$$

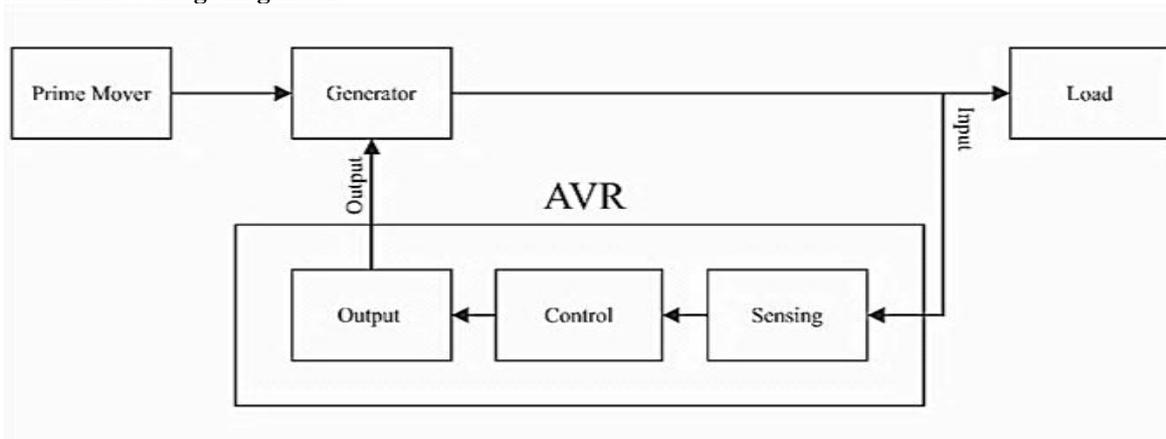
Keterangan:

- f = Frekuensi (Hz)
 n = Kecepatan Sinkron Medan Magnet (rpm)
 p = Jumlah Kutub

Generator sinkron dengan kapasitas besar biasanya digunakan pada pusat-pusat pembangkit listrik dengan kapasitas yang relatif besar, seperti pada Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), dan berbagai macam jenis pusat pembangkit lainnya. Adapun generator yang memiliki kapasitas relatif kecil semisal *generator set* (genset) yang sering digunakan untuk penerangan darurat ataupun keperluan darurat lainnya.

Alternator sinkron yang digunakan pada PLTA Wlingi adalah tipe vertikal yang dilengkapi dengan bantalan dorong atau *thrust bearing* yang terletak di bagian bawah rotor (VTC-AC). Selain itu, generator pada PLTA Wlingi mempunyai bentuk kutub silindris dan berkutub menonjol dengan bagian yang menimbulkan medan magnet terletak pada belitan rotornya sedangkan yang menimbulkan gaya gerak listrik di bagian belitan stator.

Automatic Voltage Regulator



Gambar 1. Diagram Blok Automatic Voltage Regulator (Altom: 2015)

Regulator tegangan otomatis atau disebut dengan *automatic voltage regulator* (AVR) merupakan sebuah peralatan yang sangat penting dalam sistem pembangkit. Peralatan ini digunakan untuk menjaga agar tegangan *output* generator tetap berada pada nilai nominalnya meskipun terjadi perubahan beban. Tegangan tersebut disesuaikan dengan tegangan ketika proses sinkronisasi dengan tegangan paralel.

AVR tidak langsung mengontrol tegangan *output* generator, tetapi AVR akan mengontrol sistem eksitasi pada generator. Hal ini karena jika terjadi nilai beban yang kecil maka putaran generator juga akan meningkat sehingga tegangan juga tak terkendali. Sistem eksitasi akan bekerja dengan mengurangi arus eksitasi yang disuplai ke kumparan medan dan governor sebagai brake semu pada generator sinkron. Ketika beban meningkat, AVR akan memerintahkan sistem eksitasi untuk meningkatkan nilai arus eksitasi sehingga *output* yang dihasilkan generator sinkron juga meningkat.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan jenis Diskriptif Exploratory Resert, karena pada pembahasannya berupa pendiskripsian dan penjelasan akan masalah yang akan dianalisa dengan latar belakang sebagai berikut :

- Kenapa Diskriptif : Karena untuk menentukan besaran sesuatu atau frekuensi suatu kejadian, peneliti sudah memiliki definisi masalah yang jelas, hipotesis yang spesifik, dan informasi yang rinci.

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

- Kenapa Exploratory : Karena peneliti memiliki tujuan untuk mendapatkan keterangan, wawasan, pengetahuan, ide, gagasan, serta pemahaman sebagai upaya untuk merumuskan dan mendefinisikan masalah, menyusun hipotesis, serta dapat dilanjutkan dengan riset lanjutan yang lebih advance.

Metode yang digunakan dalam penelitian diskriptif exploratory ini adalah metode longitudinal (time series) yaitu penelitian yang dilakukan berulang-ulang pada sampel dan variabel yang sama.

Kegunaan metode ini yaitu :

- Membuat estimasi presentasi unit dalam suatu populasi yang menunjukkan perilaku tertentu
- Menggambarkan kelompok yang sesuai dengan konsument
- Menentukan karakteristik hasil penelitian
- Menentukan tingkatan variabel penelitian yang berhubungan satu sama lain
- Membuat prediksi

Peralatan Penunjang

Dalam penelitian ini digunakan peralatan – peralatan penunjang untuk mengetahui berbagai parameter bahan penelitian yang diinginkan, antara lain :

- Power Meter
- Reactive Power Meter
- Cos Phi Meter
- Ampere Meter
- Volt Meter
- Speed Meter

Sumber Data

Penelitian ini memiliki dua sumber yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan dan penyusunannya yaitu :

1. Sumber data primer berupa ;
 - Data pada pencatatan laporan harian operasi operator CCR PLTA Wlingi
 - Data laporan bulan perusahaan (Operasi) PLTA Wlingi
 - Hasil Pengamatan & Pencatatan visual pada saat penelitian di CCR Wlingi
2. Sumber data sekunder berupa ;
 - Manual book dan *Commissioning Test AVR* (Automatic Voltage Regulator) Generator PLTA Wlingi
 - SOP (Standart Operating Procedure) Generator PLTA Wlingi

Teknik Pengambilan Sampling

Pada penelitian ini, penulis menggunakan teknik pengambilan sampling “ Nonprobabilitas Quota Sampling “ yang artinya teknik pengambilan sampling yang ditentukan atau ditentukan sendiri oleh peneliti atau menurut pertimbangan pakar dengan atas dasar jumlah atau jatah yang telah ditentukan, (sampel penelitian adalah subjek yang mudah ditemukan sehingga memudahkan dalam proses pengumpulan data).

Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan :

1. Judgemental
Metode pengambilan data “ Judgemental “ (keputusan), yaitu pemilihan sejumlah item tertentu dari seluruh item yang ada dengan tujuan mempelajari sebagian item tersebut untuk mewakili seluruh itemnya. Sebagian item yang dipilih disebut sampel-sampel (samples), sedang seluruh item yang ada disebut populasi (population), secara Judgemental (keputusan) artinya penentuan sampel dan pemilihan masing – masing item sampelnya diambil dengan dasar keputusan yang masuk akal menurut si pengambil sampel. Di judgemental ini pengetahuan atau opini dan pengalaman si pengambil sampel digunakan untuk menentukan item – item sampel yang akan dipilih dari populasi.
2. Interview
Menggunakan teknik interview artinya, dalam proses mendapatkan data primer maupun sekunder penulis menggali lebih dalam informasi yang berupa catatan maupun laporan dengan cara tanya jawab teknis maupun non teknis tentang materi yang dibutuhkan.
3. Observasi

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

Menggunakan teknik Observasi guna melengkapi wawasan penulis agar lebih mengetahui secara riil, nyata, dan langsung mendapatkan pengetahuan visual tentang materi / data yang dibutuhkan.

4. Dokumentasi
Dokumentasi dibutuhkan guna memperjelas, melengkapi, dan memberikan gambaran nyata dalam penyusunan skripsi yang merupakan hasil dari penelitian ilmiah selama di lokasi penelitian.
5. Studi Literatur
Studi literatur digunakan sebagai data pendukung dan penyelarasan analisa kuantitatif yang disusun agar lebih terarah serta sesuai dengan kaidah – kaidah yang berlaku dan menjadi ketetapan umum.

Penentuan Populasi Sampling

Penelitian ini dilakukan di Area PLTA Wlingi, maka dapat dengan mudah di tentukan populasi sampling yang akan digunakan sebagai bahan pembahasan dalam analisa yang terkait dengan judul skripsi ini. PLTA Wlingi adalah salah satu pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas terpasang 54 MW, memiliki dua buah generator dengan kapasitas masing – masing 27 MW. Di dalam lingkungan PLTA terdapat beberapa area, diantaranya adalah power house dimana di dalamnya terdapat ruang CCR yang merupakan area kerja para operator untuk melaksanakan seluruh kegiatan pengoprasian, pengendalian, dan pemantauan terkait operasional PLTA pada khususnya, dan interkoneksi dengan jaringan line 150 KV Jawa Bali pada umumnya.

Maka dari uraian diatas penulis menentukan populasi yang akan di teliti dalam analisa skripsi ini yaitu seluruh item yang terdapat di CCR, baik yang berupa fisik maupun non fisik, diantaranya adalah :

- Para personil operator baik dengan latar belakang elektro maupun mesin
- Seluruh area dan perangkat elektrik di CCR
- Seluruh meter – meter visual di area CCR
- Seluruh dokumen fisik maupun non fisik di area CCR

Indikator Variable

Indikator variabel pembahasan menjadi dua variabel utama yaitu ;

1. Fluktuasi Tegangan line 150 KV pada sistem interkoneksi jawa bali yang merupakan jalur penransmision hasil produksi daya dari dua unit generator PLTA wlingi, yang dapat terpantau pada meter analog di panel unit generator di CCR Wlingi, serta pada data real time pencatatan di laporan harian operasi CCR.
2. Data kinerja AVR (Automatic Voltage Regulator) yang terpantau pada monitor AVR serta pada data real time pencatatan di laporan harian operasi CCR.

Klasifikasi Variable

Pada analisa ini penulis mengklasifikasikan variable menjadi dua variabel utama, yaitu :

1. Variabel primer yaitu Data kinerja AVR (Automatic Voltage Regulator)
2. Variabel sekunder yaitu Fluktuasi Tegangan line 150 KV serta perubahan pembebanan daya PLTA Wlingi

Analisa Data

Analisa data merupakan bagian terpenting dalam penyusunan jawaban dari rumusan masalah yang telah ditetapkan pada awal pembahasan topik penelitian. Di dalamnya berisi ulasan teknik tentang pengaruh sistem eksitasi terhadap daya generator, analisa pengaruh fluktuatif tegangan line 150 KV terhadap kinerja AVR, serta pengaruh besarnya arus eksitasi pada generator sinkron terhadap perubahan pembebanan di plta wlingi. Ketiga topik analisa tersebut merupakan jawaban dari penjabaran masalah dari judul skripsi yaitu “Analisis Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT.PJB UP Brantas”

HASIL DAN PEMBAHASAN

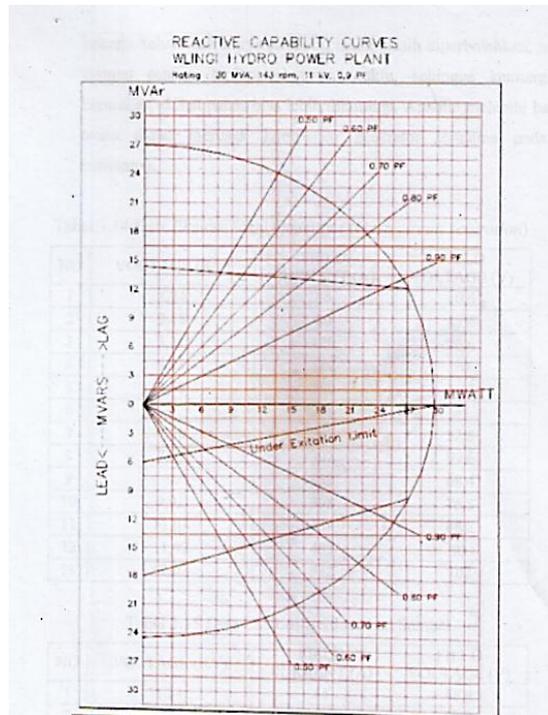
Analisis Kurva Kapabilitas Generator

Capability Curve atau kurva kapabilitas merupakan sebuah kurva pembatas pengoperasian generator dalam menghasilkan daya reaktif generator yang terhubung parallel dengan sistem sebagai upaya untuk mempertahankan tegangan output generator sesuai dengan tegangan nominalnya dari fluktuasi tegangan sistem. Kurva kapabilitas dari setiap generator akan berbeda satu sama lain tergantung dari karakteristik serta kapasitas dari masing – masing

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

generator, termasuk pada generator PLTA Wlingi memiliki kurva kapabilitas yang dapat ditunjukkan pada gambar 4.6 di bawah.



Gambar 2. Capability Curve

Dari gambar 2 kurva kapabilitaas PLTA Wlingi dapat dilihat bahwa daya reaktif maksimum yang diijinkan sebesar lag 15 MVAR dan 18 MVAR lead, hal tersebut berarti generator PLTA Wlingi hanya diijinkan untuk mensupply daya reaktif ke sistem maksimal sebesar 15 MVAR untuk menjaga tegangan output generator tetap dalam besaran nominalnya, dapat dikatakan pada kondisi ini generator dalam keadaan kapasitif untuk mengimbangi beban induktif dari sistem yang lebih tinggi. Untuk dapat mencapai kondisi tersebut, maka arus medan / arus eksitasi generator harus dinaikkan melalui *control voltage regulator*. Penambahan arus eksitasi pada generator harus selalu memperhatikan batasan maksimal nilai daya reaktif yang diijinkan. Apabila genenerator memproduksi daya lagging reaktif lebih besar dari batasan yang diijinkan, maka akan generator akan mengalami eksitasi lebih atau *Over Excitation* hal ini dapat mengakibatkan panas yang berlebihan pada belitan rotor atau *rotor winding*.

Sebaliknya generator hanya mampu menyerap daya reaktif sebesar 18 MVar dari sistem untuk menjaga tegangan keluaran generator tetap pada besaran nominalnya. Dapat dikatakan pada kondisi ini generator dalam keadaan induktif untuk mengimbangi beban kapasitif dari sistem yang lebih tinggi. Hal ini sangat jarang terjadi pada generator yang terhubung parallel pada sistem, disamping untuk memenuhi permintaan P2B agar generator pembangkit harus mampu mensupply daya reaktif ke sistem, keadaan beban yang selalu bersifat induktif dari pembangkit juga membuat generator pembangkit jarang untuk bersifat leading. Untuk dapat menurunkan daya reaktif pembangkit, maka arus medan / arus eksitasi generator harus diturunkan melalui *control voltage regulator*. Penurunan arus eksitasi pada generator harus selalu memperhatikan batasan maksimal nilai daya leading reaktif yang diijinkan. Apabila genenerator memproduksi daya leading reaktif lebih besar dari batasan yang diijinkan, maka generator akan mengalami eksitasi kurang atau *Under Excitation* hal ini dapat mengakibatkan panas yang berlebihan pada belitan stator atau *stator winding*.

Analisis Pengaruh Beban Terhadap Faktor Daya

Pada Tabel 4.5 merupakan hubungan antara daya generator dengan sudut $\cos\phi$ akibat pengaruh beban. Daya yang dihasilkan generator ada tiga macam, yaitu daya aktif (MW) dan daya reaktif (MVAR) dan hasil dari kedua daya tersebut adalah daya total/daya semu (MVA). Data ini diambil dari data *Commissioning* generator PLTA Wlingi. Data menunjukkan bahwa perubahan daya aktif maupun reaktif sangat berpengaruh terhadap besar

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

$\cos\phi$ yang dihasilkan generator. Daya aktif dan daya reaktif di atas dapat dinyatakan sebagaimana Persamaan 4.1a dan Persamaan 4.1b.

$$P = VI\cos\phi \quad (4.1a)$$

$$Q = VI\sin\phi \quad (4.1b)$$

Adapun daya total atau daya semu di atas dapat dinyatakan sebagaimana Persamaan 4.1c.

$$S = VI \quad (4.1c)$$

Berdasarkan persamaan segitiga daya maka didapatkan persamaan 4.1d.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (4.1d)$$

$\cos\phi$ atau factor daya merupakan bagian penting dari rangkaian listrik AC yang dapat dinyatakan dalam rangkaian impedansi atau rangkaian daya. Faktor daya didefinisikan sebagai rasio daya aktif (P) terhadap daya semu (S) sehingga didapatkan $\cos\phi$. Untuk factor daya rasio dari daya reaktif (Q) terhadap daya semu (S) akan didapatkan $\sin\phi$. Rasio tersebut sebagaimana persamaan 4.1e dan 4.1f

$$\cos\phi = \frac{P}{S} \quad (4.1e)$$

$$\sin\phi = \frac{Q}{S} \quad (4.1f)$$

Tabel 1 Hubungan Daya Aktif Dan Daya Reaktif Generator Terhadap $\cos\phi$

MW MVAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	0,99	0,98	0,95	0,93	0,89	0,85	0,82	0,78	0,74	0,7					
11	0,99	0,98	0,97	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83	0,8	0,77	0,74	0,7			
13	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,9	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,7		
15	0,99	0,98	0,98	0,96	0,95	0,93	0,9	0,88	0,86	0,83	0,8	0,76	0,75	0,73	0,7
17	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88	0,86	0,84	0,82	0,79	0,77	0,75
18	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,85	0,81	0,79	0,77
20	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,84	0,82	0,8
22	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,91	0,89	0,87	0,86	0,84	0,82
23	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,9	0,88	0,87	0,85	0,83
25	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,9	0,88	0,87	0,86
26	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,89	0,89	0,86
27	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,96	0,95	0,94	0,92	0,91	0,9	0,88	0,88

Tabel 1 merupakan data *commissioning* dari generator yang digunakan di PLTA Wlingi. Data tersebut merupakan hubungan antara daya aktif maupun reaktif yang dihasilkan generator dan pengaruhnya terhadap perubahan $\cos\phi$. Dilihat pada Tabel 1 menunjukkan semakin besar nilai daya reaktif maka semakin kecil pula nilai factor daya atau $\cos\phi$.

Perhitungan Daya aktif dan daya reaktif di atas dapat dinyatakan sebagaimana Persamaan 4.1a dan Persamaan 4.1b menunjukkan bahwa perubahan daya aktif maupun reaktif sangat berpengaruh terhadap besar $\cos\phi$ yang dihasilkan generator. Hal ini dapat ditunjukkan dengan perhitungan MW dan MVAR dengan mengambil data *Commissioning* generator PLTA Wlingi. Misal pada data MW = 10; MVAR = 2; dan $\cos\phi$

$$P = V.I.\cos\phi \sqrt{3} \quad (4.1a)$$

$$10 = 10. I . 0,98$$

$$I = \frac{10 \text{ MW}}{10 \text{ KV} \cdot 0,98 \cdot \sqrt{3}} = 590$$

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

$$Q = VI \sin \phi \sqrt{3} \quad (4.1b)$$

Nilai factor daya (cos ϕ) pada MW = 10, dan MVAR = 2

$$MVAR = V. I. \sin \phi \sqrt{3}$$

$$\sin \phi = \frac{2 \text{ MVAR}}{10 \text{ KV} \cdot 590 \sqrt{3}}$$

$$= 0,195$$

$$\phi = \sin^{-1} 0,195$$

$$= 11,286$$

$$\cos \phi = 0,98$$

Nilai factor daya (cos ϕ) pada MW = 10, dan MVAR = 4

$$MVAR = V. I. \sin \phi \sqrt{3}$$

$$\sin \phi = \frac{4 \text{ MVAR}}{10 \text{ KV} \cdot 590 \sqrt{3}}$$

$$= 0,391$$

$$\phi = \sin^{-1} 0,391$$

$$= 23,04$$

$$\cos \phi = 0,92$$

Nilai factor daya (cos ϕ) pada MW = 10, dan MVAR = 6

$$MVAR = V. I. \sin \phi \sqrt{3}$$

$$\sin \phi = \frac{6 \text{ MVAR}}{10 \text{ KV} \cdot 590 \sqrt{3}}$$

$$= 0,587$$

$$\phi = \sin^{-1} 0,587$$

$$= 36,0$$

$$\cos \phi = 0,85$$

Analisis Pengujian Generator Tanpa Beban

Pengujian tanpa beban pada sebuah generator dilakukan untuk mengetahui kondisi dari sistem eksitasi generator. Pengujian ini dilakukan dengan cara menaikkan arus medan bertahap sehingga didapatkan hasil tegangan terminal generator. Besarnya arus medan akan sebanding dengan tegangan terminal generator hingga didapatkan nilai saturasi atau daerah jenuh. Pada daerah saturasi atau tegangan terminal mencapai nominalnya maka tegangan akan melambat peningkatannya sedangkan arus medan tetap naik.

Pada Tabel 2 menunjukkan hubungan antara arus medan dengan tegangan output yang dihasilkan oleh generator. Data ini diambil dari data *commissioning* yang ada pada generator saat *open circuit* atau beban nol yang digunakan di PLTA Wlingi.

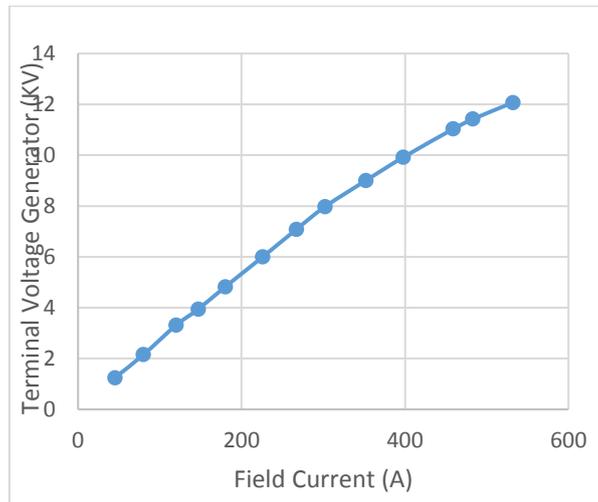
Tabel 2 Data Ideal Eksitasi Dan Tegangan Terminal Generator

No	Voltage (KV)	Field Current (A)	Field Voltage (V)
1	1.24	45	10.6
2	2.15	80	17.6
3	3.31	120	25.6
4	3.94	147	30
5	4.82	180	36.3
6	6	226	45
7	7.08	267	52.6
8	7.97	302	59.6
9	9	352	68.4
10	9.92	398	76.5
11	11.03	459	88.2

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

12	11.42	483	93
13	12.07	532	102

Berdasarkan Tabel 2 dapat diambil grafik hubungan arus medan dengan tegangan terminal generator seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Data Ideal Arus Medan Dan Tegangan Keluaran Generator

Terlihat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa peningkatan arus medan yang disuplai oleh sistem eksitasi mempengaruhi tegangan output atau terminal generator juga semakin meningkat. Arus medan tersebut digunakan untuk mensuplai atau membangkitkan fluks pada kumparan rotor. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar medan magnet pada rotor maka akan semakin besar pula ggl induksi yang dihasilkan oleh kumparan stator hingga puncak saturasinya.

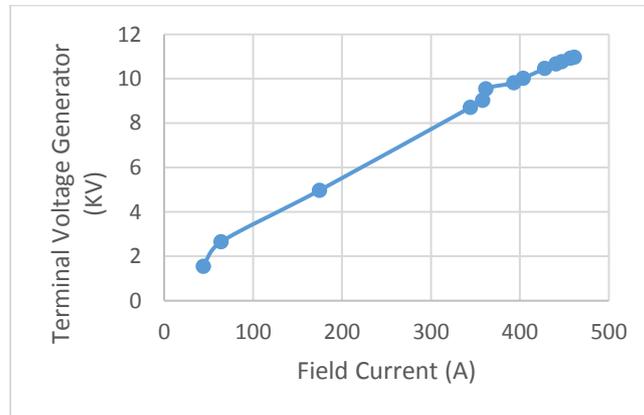
Kemudian pada tahun 2017 dilakukan pengujian beban nol terhadap generator. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan sistem eksitasi masih dalam kondisi baik karena pada saat itu AVR baru diperbaiki setelah *fuse* dari *thyristor* mengalami kerusakan. Tabel 4.7 menunjukkan hubungan arus medan dan tegangan output generator.

Tabel 3 Data Pengujian Arus Medan Dan Tegangan Terminal Generator 2017

No	Voltage (KV)	Field Current (A)	Field Voltage (V)
1	1.54	52	15.8
2	2.25	88	18.5
3	3.45	133	27
4	3.97	153	33
5	4.88	188	37.3
6	6.21	233	48.2
7	7.10	273	53
8	7.82	288	62.7
9	9.02	364	68
10	9.96	402	88.2
11	11.08	446	89.2
12	11.48	492	95.2
13	12.02	528	100

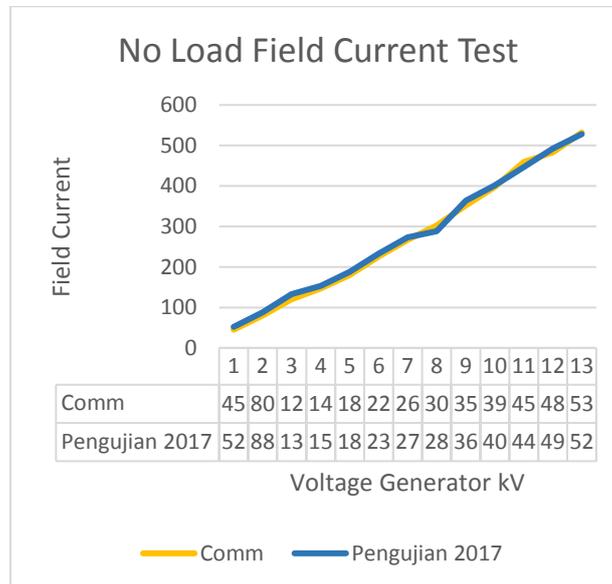
Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

Berdasarkan Tabel 3 dapat diambil grafik hubungan arus medan dengan tegangan keluaran generator seperti pada Gambar 4.



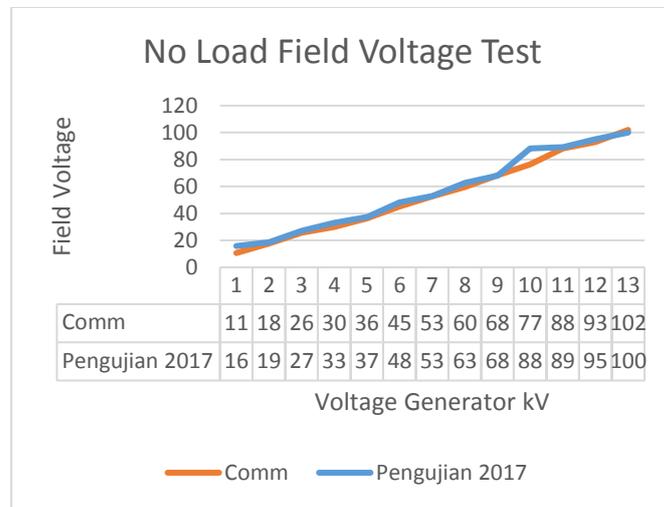
Gambar 4. Grafik Pengujian Tanpa Beban

Pada grafik pengujian tanpa beban seperti pada Gambar 4 terlihat terjadi sedikit deviasi atau penyimpangan nilai terhadap data ideal berdasarkan *commissioning test* yang pernah dilakukan. Namun demikian tampak bahwa nilai deviasi yang dihasilkan tergolong kecil, hal ini sangat mungkin terjadi mengingat usia pemakaian AVR PLTA Wlingi yang sudah lebih dari 30 tahun, serta kesalahan faktor pembacaan data dan set poin pengukuran juga menjadi salah satu penyebab terjadinya penyimpangan data hasil pengukuran. Untuk dapat melihat nilai penyimpangan dari ke dua pengujian tersebut, maka dapat dilihat pada grafik gambar 5 dan gambar 6 di bawah.



Gambar 5. Grafik Deviasi Arus Eksitasi Pengujian Tanpa Beban

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55



Gambar 6. Grafik Deviasi Tegangan Eksitasi Pengujian Tanpa Beban

Analisis Pengujian Arus Eksitasi Terhadap Daya Reaktif

Pengujian ini dilakukan di saat beban puncak dimana pada waktu tersebut sering terjadi kenaikan beban resistif maupun beban induktif. Tentunya pengaruh beban tersebut sangat berkaitan terhadap perubahan daya yang dihasilkan oleh generator. Beban induktif akan mempengaruhi daya reaktif yang dihasilkan oleh generator. Daya reaktif generator meningkat ketika beban induktif yang ditanggung oleh generator. Hal ini akan mempengaruhi tegangan terminal dari generator yang semakin turun sehingga perlu ditingkatkan arus medan yang disuplai oleh sistem eksitasi untuk menjaga agar tegangan *output* generator tetap berada pada nilai nominalnya.

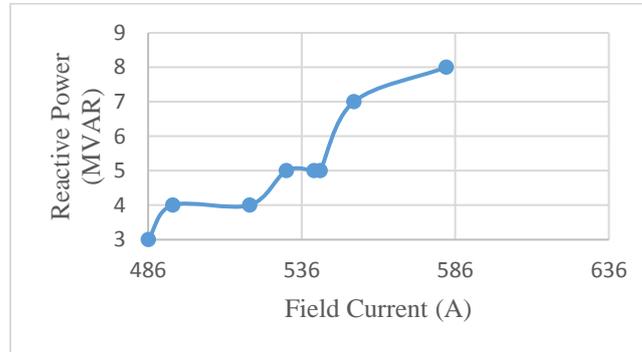
Tabel 4 Pengujian Eksitasi Pukul 17.00 - 22.00 WIB Pada Bulan April 2018

Jam	Excitation		SUTT (kV)	KV	A	MW	MVAR	Cosφ
	A	V						
17:00	519	100	138	10,1	650	10	4	0,93
18:00	531	101	138	10,3	670	10	5	0,9
19:00	540	106	138	9,9	680	10	5	0,9
20:00	542	105	138	10,2	680	10	5	0,9
21:00	553	108	135	10,1	750	10	7	0,84
22:00	583	115	135	10,3	750	10	8	0,82

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa saat terjadi beban puncak, yaitu saat permintaan beban induktif meningkat menyebabkan generator akan mensuplai daya reaktif ke beban yang semakin meningkat. Di sisi lain, peningkatan daya reaktif akan berpengaruh terhadap tegangan output atau terminal generator menjadi turun. Tegangan yang turun akan menyebabkan terganggunya kinerja dari generator. Untuk mencegah terjadinya gangguan maka sistem eksitasi akan bekerja meningkatkan nilai arus medan sehingga tegangan *output* generator masih pada nilai yang disarankan. Semakin meningkat daya reaktif maka eksitasi yang disuplai oleh sistem eksitasi juga akan meningkat untuk menjaga nilai tegangan terminal. Pada pengujian ini juga terlihat bahwa beban induktif sangat mempengaruhi nilai $\cos\phi$. Meningkatnya beban induktif menyebabkan nilai $\cos\phi$ menurun. $\cos\phi$ yang menurun seharusnya mempengaruhi nilai daya nyata. Akan tetapi daya nyata / aktif masih dalam keadaan konstan karena daya aktif juga bisa dipengaruhi oleh mekanis turbin dan pengaturan frekuensi *prime mover*. Berbeda halnya dengan nilai daya reaktif yang semakin besar akibat menurunnya $\cos\phi$. Pada saat $\cos\phi = 0,82$ dengan nilai daya reaktif = 8 MVAR menyebabkan nilai arus medan harus bekerja di atas nilai yang disarankan untuk mengontrol tegangan terminal. Hasil pengujian ini dapat diperoleh grafik hubungan arus medan dan daya reaktif seperti Gambar 7.

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55



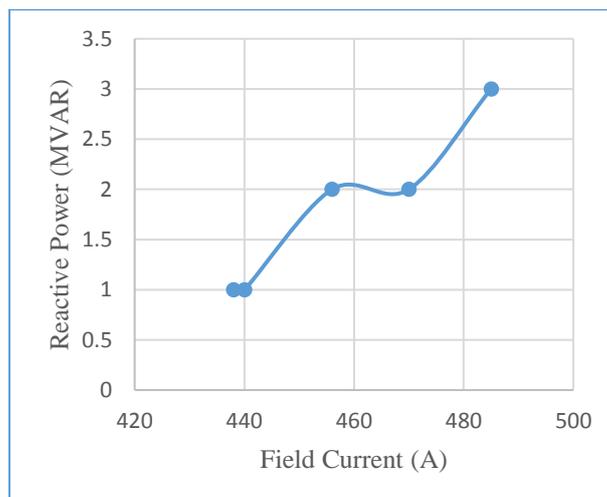
Gambar 7. Grafik Hubungan Arus Eksitasi Dengan Daya Reaktif Peak Load

Kemudian berikut adalah data pengujian pada saat beban induktif berada batas minimum dan beban resistif meningkat.

Tabel 5 Data Eksitasi Pukul 00.00-03.00 WIB Pada Bulan April 2018

Jam	Excitation		SUTT (kV)	KV	A	MW	MVAR	Cosφ
	A	V						
00:00	438	88	140	10,2	600	10	1	0,99
01:00	440	97	140	10,3	620	10	1	0,98
02:00	456	98	140	10,3	620	10	2	0,99
03:00	470	109	140	10,4	600	10	2	0,99
04:00	485	116	140	10,3	625	10	3	0,99

Pada Tabel 5 menunjukkan data eksitasi ketika beban resistif meningkat sehingga apabila dibandingkan dengan data sebelumnya besar daya reaktif pengujian kali ini cenderung kecil yang disebabkan menurunnya beban induktif atau beban induktif pada kondisi minimalnya. Hal ini akan mempengaruhi besarnya $\cos\phi$, yaitu antara 0,98 - 0,99. Karena daya reaktif yang kecil maka eksitasi yang disuplai ke generator mendekati nilai minimalnya dalam mengontrol tegangan terminal generator. Dari tabel 5 diatas diperoleh grafik seperti berikut :



Gambar 8. Grafik Hubungan Arus Eksitasi Dan Daya Reaktif Off Peak Load

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.

Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55

Dari data tabel 4 yang diambil ketika beban puncak dan data tabel 5 yang diambil diluar beban puncak, dapat menunjukkan bahwa daya reaktif (MVAR) pada generator sinkron sangat berpengaruh untuk menjaga tegangan keluaran generator pada nilai nominalnya, yakni kurang - lebih 10,3 kV. Pada saat beban peak, tegangan sistem 150 kV relatif lebih rendah karena banyaknya beban – beban induktif yang harus dijaga oleh sistem, sehingga mengakibatkan tegangan keluaran generator menjadi lebih rendah dibawah tegangan nominalnya. Untuk itu, daya reaktif (MVAR) generator perlu dinaikkan *lagging* agar generator mampu mengirim daya reaktif ke sistem. Dengan demikian tegangan keluaran generator akan kembali meningkat sesuai nilai nominalnya. Untuk menaikkan daya reaktif generator sinkron, maka AVR perlu meningkatkan nilai arus eksitasinya sesuai dengan besar daya reaktif yang dibutuhkan oleh generator.

Sebaliknya, Pada kondisi diluar beban puncak, kebutuhan beban – beban induktif dari sistem mulai berkurang, sehingga nilai daya reaktif generator relatif lebih kecil untuk menjaga tegangan keluaran generator tidak melebihi tegangan nominalnya, dengan kata lain AVR harus menurunkan pula arus eksitasi ke rotor generator untuk menurunkan daya reaktif (MVAR) generator. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, didalam mengoperasikan pembebanan daya reaktif (MVAR) generator perlu diperhatikan batasan – batasan karakteristik generator sesuai dengan tabel capability factor. Hal tersebut bertujuan agar tidak terjadi *under excitation* atau *over excitation* yang akan berpengaruh pada meningkatnya suhu belitan generator.

Analisis Pengujian Arus Eksitasi Generator Berbeban

Pengujian dalam sub bab ini, dilakukan dengan membandingkan data operasi pada setiap perubahan beban terhadap nilai arus eksitasi yang dihasilkan. Hal ini dilakukan untuk melihat serta menganalisa pengaruh perubahan nilai arus eksitasi pada Generator PLTA Wlingi pada setiap perubahan beban guna memperoleh tegangan keluaran nominal generator. Data analisa diperoleh dari laporan harian operasi PLTA Wlingi pada beban beban yang diinginkan.

Tabel 6 Data Pembebanan PLTA Wlingi

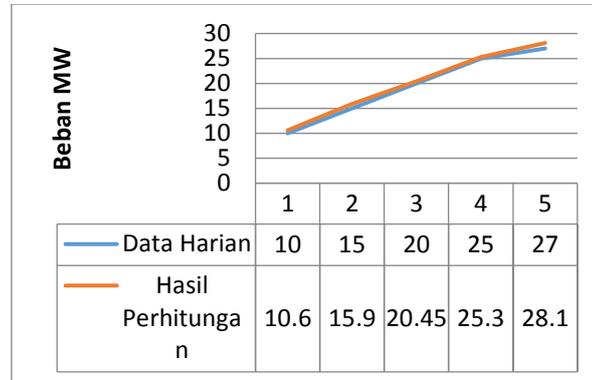
MW	Excitation		KV	A	SUTT 150 kV	MVAR	Cosφ
	A	V					
10	506	103	10,2	666	140	4.5	0,9
15	567	117	10,3	960	140	5.4	0,93
20	605	125	10,3	1233	140	5.2	0,96
25	662	133	10,4	1452	140	5.6	0,97
27	697	143	10,3	1625	140	6	0,98

Pengujian ini diambil pada saat generator telah parallel ke sistem dan telah dilakukan pembebanan. Dari data tabel 6 diatas tampak bahwa pada generator yang sudah parallel dengan sistem, maka tampak kenaikan arus eksitasi berbanding lurus dengan kenaikan beban. Artinya AVR akan memberikan arus medan lebih besar pada kumparan rotor generator ketika beban generator dinaikkan, besarnya kenaikan arus medan yang diberikan dari AVR ke rotor tidak linear, sesuai dengan kondisi tegangan sistem transmisi dimana generator tersebut parallel. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan tegangan keluaran generator tetap sebesar 10 kV (sesuai tegangan nominal generator), kecepatan AVR untuk menghasilkan arus medan guna mempertahankan tegangan keluaran generator ini tergantung dari setting rangkaian *regulating device* yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Dari uraian data tabel 6 diatas, diketahui bahwa penjelasan tersebut sesuai dengan persamaan 2.2b pada bab sebelumnya, yakni bahwa tegangan terminal yang dibangkitkan oleh generator akan berbanding lurus dengan besarnya GGL induksi pada kumparan medan. Karena putaran putaran generator dijaga konstan 143 Rpm untuk menjaga frekuensi tetap 50 Hz, maka pengaturan besarnya GGL induksi yang dibangkitkan hanya dipengaruhi oleh besarnya fluks yang dihasilkan oleh arus eksitasi. Sehingga semakin besar pembebanan yang dilakukan maka arus eksitasi yang diinjeksikan dari AVR ke rotor generator akan semakin besar pula.

Gambar 9 menunjukkan perbandingan Data Harian dengan perhitungan berdasarkan persamaan 4.1a

Yudistira Heri Istanto. 2019. Analisis Pengaruh Arus Eksitasi pada Generator Sinkron Terhadap Pembebanan di PLTA Wlingi PT PJB Up Brantas.
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9 (1) : 43-55



Gambar 9. Perbandingan Data Harian

Dari hasil perhitungan menurut persamaan 4.1a, maka semakin besar daya aktif yang dibangkitkan generator akan menghasilkan arus generator yang semakin besar pula. Kenaikan arus pada generator mengakibatkan arus medan pada generator semakin besar pula.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari pengujian yang telah dilakukan dengan membandingkan data commissioning test AVR PLTA Wlingi dapat disimpulkan bahwa AVR PLTA Wlingi tetap dalam keadaan baik, hal tersebut dibuktikan juga dari kemampuan AVR PLTA Wlingi dalam kecepatannya mempertahankan tegangan keluaran generator sesuai pada besaran nominalnya, serta menjaga daya reaktif generator dalam range sesuai dengan capability curve yang telah ditentukan.
2. Semakin rendah tegangan sistem mengakibatkan tegangan generator turun sehingga AVR harus mensuplai arus eksitasi yang lebih tinggi. Sehingga berdampak pada meningkatnya daya reaktif pada generator. Daya reaktif yang besar berpengaruh terhadap perubahan atau menurunnya tegangan terminal generator. Dengan mengatur suplai arus eksitasi atau arus medan ke generator maka tegangan keluaran juga dapat distabilkan sehingga daya reaktif juga dapat terkontrol.
3. AVR akan memberikan arus medan lebih besar pada kumparan rotor generator ketika beban generator dinaikkan, besarnya kenaikan arus medan yang diberikan dari AVR ke rotor tidak linear, sesuai dengan kondisi tegangan sistem transmisi, tegangan terminal yang dibangkitkan oleh generator akan berbanding lurus dengan besarnya GGL induksi pada kumparan medan.

REFERENSI

- Allan, C Morse and C. Richard Mummert. 2000. *Digital Excitation System Provides Enhance Performance And Improved Diagnostics*. Eaton : IEEE.
- Anonim. 2001. *Single Line and Schematic Diagram Wlingi Power Station*.
- Anonim. 2015. *ALSTOM – Automatic Voltage Regulator (AVR)*. PLTA Wlingi. Blitar.
- Anonim. *Generator Control And Protection*. Shouthern Illinois University : Edward Ville.
- Azis, M., 1984, Operasi Generator Arus Bolak-Balik, Divisi Pemeliharaan PLTU Gresik, hal. 46.
- J. Mozina Charles and Michael Reichard. 2007. *Coordination Of Generator Protection With Generator Excitation Control And Generator Capability*. IEEE power Engineering Society General Meeting.
- Jerkovic, V., Miklosevic, K., Zeljko, S., 2010, *Excitation System Models of Synchronous Generator*, Faculty of Electrical Engineering Osijek, Croatia, 142.
- Pane, Ennopati. 2009. Studi Sistem Eksitasi Dengan Menggunakan Permanent Magnet Generator (Aplikasi Pada Generator Sinkron Di PLTD PT. Manunggal Wiratama). Medan. Universitas Sumatra Utara.
- Ridzki, Imron. 2013. Analisa Pengaruh Eksitasi. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- Weedy, B.M., Cory, B.J., 1998, *Electric Power System*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 77.



9 772088 242009