Available online at: http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB
Volume 13 Nomor 01
ISSN: 2302-8394 (print)

Potensi Limbah *Fly Ash* PLTU Anggrek, Gorontalo Utara sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Beton

R. Kadarningsih[1] dan A. S. Bolota[2]
[1,2]*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia, 96554*

ABSTRACT

Ash from coal burning at PLTU Anggrek is accumulating day by day, which if left unchecked will have a negative impact on the environment. Until now there has been no follow-up on this problem. If this waste is allowed to accumulate, it will cause air and water pollution. This is different from fly ash waste at PLTU Amurang, North Sulawesi, some of which has been used to make cement. Fly ash waste is also used as material for making bricks, but this is still done on a small scale. Research on the use of fly ash waste at PLTU Anggrek is still very necessary considering its enormous potential. Research on the use of fly ash waste as a cement substitute is expected to provide an alternative to this problem. In this study, the aggregate used was crushed stone from the AMP PT quarry. CMP, Bonda Raya, South Suwawa. In examining the material properties, it was found that the gradation of crushed stone did not meet the requirements, so it had to be mixed between crushed stone measuring 1-2 cm and measuring 2-3 cm. The proportions used respectively are 65% and 35%. To fulfill the gradation requirements for coarse and fine aggregate mixtures, proportions of 55% and 45% are used respectively. Based on research results, the normal compressive strength value of concrete is 28.827 MPa. The compressive strength of fly ash variations of 5%, 10%, 15%, and 20% is 25,069 MPa, 27,442 MPa, 23,096 MPa, and 20,934 MPa. The compressive strength of fly ash variations is lower than normal concrete. The optimum compressive strength value for fly ash substitution for cement with a 10% variation is 27.442 MPa.

Kata kunci: fly ash, cement substitution, compression concrete strength

ABSTRAK

Abu sisa pembakaran batu bara di PLTU Anggrek semakin hari semakin menumpuk, yang jika dibiarkan akan menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Hingga saat ini belum ada tindak lanjut dari permasalahan tersebut. Limbah tersebut jika dibiarkan menumpuk akan menyebabkan pencemaran baik udara maupun air. Berbeda dengan limbah fly ash di PLTU Amurang, Sulawesi Utara yang sebagian telah dimanfaatkan dalam pembuatan semen. Limbah fly ash juga dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat batako, namun masih dilakukan dalam skala kecil. Penelitian terhadap pemanfaatan limbah fly ash di PLTU Anggrek masih sangat diperlukan mempertimbangkan potensinya yang sangat besar. Penelitian terhadap pemanfaatan limbah fly ash sebagai bahan subtitusi semen diharapkan dapat memberikan alternatif terhadap permasalahan ini. Pada penelitian ini agregat yang digunakan adalah batu pecah dari quarry AMP PT. CMP, Bonda Raya, Suwawa Selatan. Dalam pemeriksaan propertis material didapat kan bahwa gradasi batu pecah tidak memenuhi persyaratan sehingga harus dilakukan pencampuran antara batu pecah ukuran 1-2 cm dan ukuran 2-3 cm. Proporsi yang digunakan masing – masing adalah sebesar 65% dan 35%. Untuk memenuhi syarat gradasi campuran agregat kasar dan halus masing – masing digunakan proporsi sebesar 55% dan 45%. Berdasarkan hasil penelitian, nilai kuat tekan beton normal yaitu 28,827 MPa. Kuat tekan variasi fly ash 5%, 10%, 15%, dan 20% yaitu 25,069 MPa, 27,442 MPa, 23,096 MPa, dan 20,934 MPa. Kuat tekan dengan variasi fly ash lebih rendah dibandingkan beton normal. Nilai kuat tekan optimum substitusi fly ash terhadap semen pada variasi 10% yaitu 27,442 MPa.

Kata kunci: *fly ash*, subtitusi semen, kuat tekan beton

Correspondence : Rahmani Kadarningsih
Email : rkadarningsih@ung.ac.id

1 PENDAHULUAN

Tingginya kebutuhan listrik, menjadi latar belakang pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang saat ini menjadi penyuplai utama pasokan listrik di Provinsi Gorontalo. Saat ini terdapat tiga PLTU dan satu Pembangkit Listrik Tenaga Disel (PLTD) yang beroperasi untuk memenuhi kebutuhan listrik baik rumah tangga, sosial, bisnis, industri maupun publik. Pembangunan PLTU akan memberikan dampak penggurangan penggunaan BBM yang saat ini dibatasi hanya untuk pembangkit listrik untuk daerah pedesaan dan Kawasan 3T. Namun demikian penggunaan bahan bakar fosil batu bara pada PLTU tidak sedikit memberikan permasalahan pencemaran baik dalam bentuk gas maupun abu. Limbah abu batu bara mengandung bahan beracun dan bersifat berbahaya, butirannya halus dan ringan sehingga menyebabkan polusi di udara.

Pada PLTU Molotabu setiap harinya dihasilkan sebanyak kurang lebih 300 ton, jumlah limbah semakin banyak dengan memperhitungkan yang ada di PLTU Tanjung Karang dan Anggrek. Hingga saat ini di PLTU Molotabu limbah berupa abu tersebut dimanfaatkan sebagai bahan campuran pada pembuatan batako menggantikan penggunaan semen. Jumlah produksi yang dihasilkan yaitu sebanyak 500 buah/hari. Namun demikian kegiatan tersebut bukanlah kegiatan utama perusahaan PLTU Molotabu sehingga belum bisa dipastikan apakah produksi batako berlangsung terus menerus sehingga mengurangi penumpukan limbah yang terjadi.

Di tempat lain seperti di Kabupaten Cilacap, Kesehatan penduduk terganggu karena tidak adanya green belt (sabuk hijau) dan tidak adanya penutup sehingga debu *fly ash* berterbangan ke pemukiman. Sedangkan di Indramayu, PLTU membuang limbah ke laut yang menyebabkan terjadinya kerusakan dan pencemaran laut.

Dalam studi ini akan dilakukan potensi limbah abu batu bara yang ada di Provinsi Gorontalo dan pemanfaatannya sebagai bahan campuran beton baik sebagai pengganti sebagian semen. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi studi awal untuk melakukan analisis potensi terhadap kualitas *fly ash* dan bottom ash tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, sehingga kemudian pemanfaatannya dapat dilakukan tanpa menambah biaya karena adanya proses treatment terlebih dahulu.

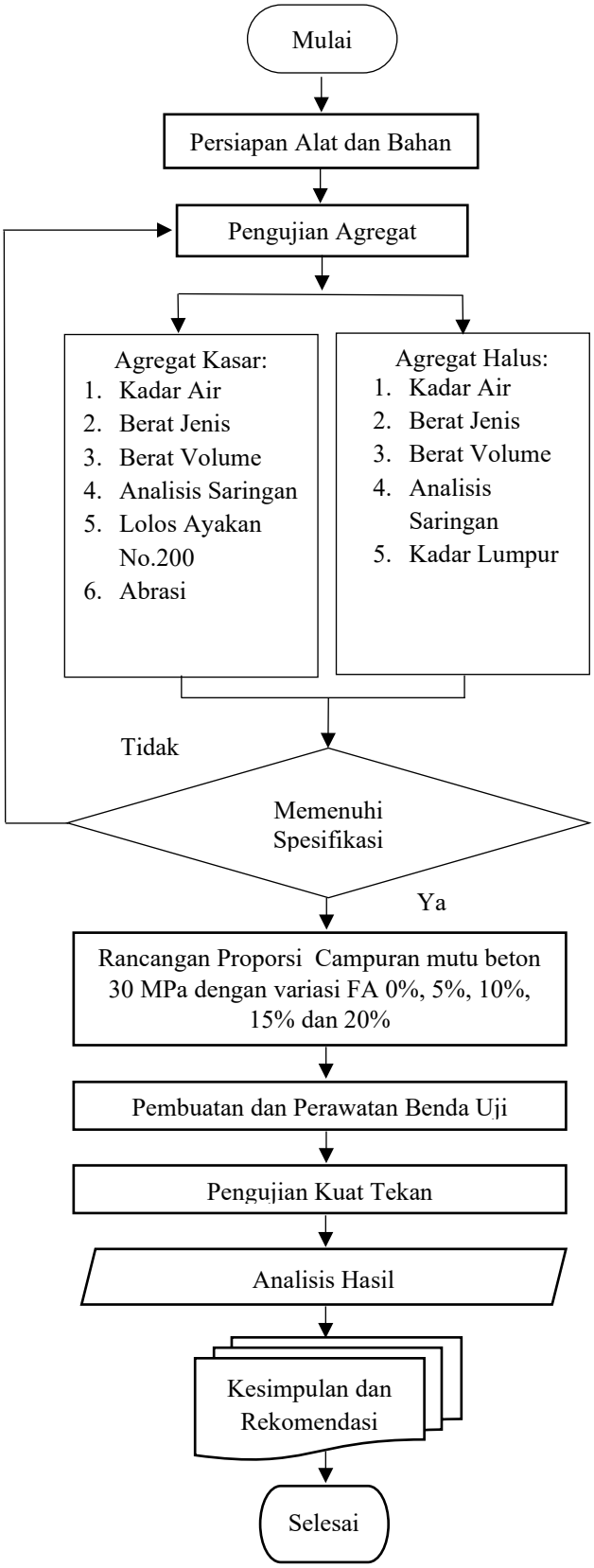
2 METODE PENELITIAN

Material *fly ash* yang diuji berasal dari PLTU Anggrek yang berlokasi di Desa Ilangata, Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo utara. Untuk pengujian propertis agregat dan uji kuat tekan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo

Sebelum dilakukan perancangan campuran beton, terlebih dahulu dilakukan pengujian propertis material pasir dan batu pecah.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji yang dilakukan di laboratorium. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer melalui pengujian yang dilaksanakan berdasarkan SNI Pengujian Agregat dan SNI Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari setiap bahan uji, apakah bahan tersebut mempunyai karakteristik yang memenuhi spesifikasi untuk digunakan dalam campuran beton. Benda uji digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm, sebanyak 15 benda uji dengan mutu beton rencana sebesar 30 MPa.

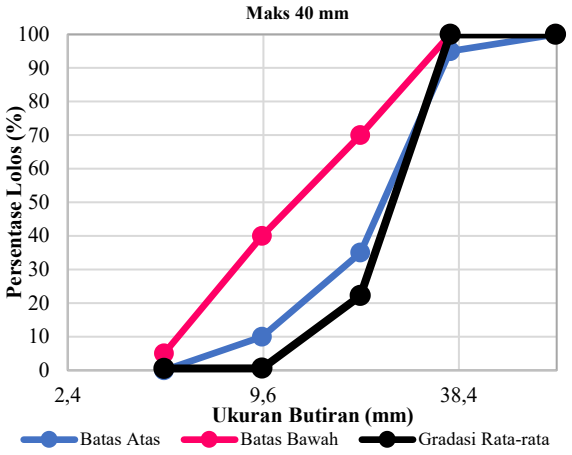
Benda uji terdiri dari 5 variasi yaitu benda ukwji beton normal tanpa menggunakan *fly ash*, benda uji dengan subtitusi *fly ash* terhadap semen sebanyak 5%, 10%, 15% dan 20%. Masing – masing variasi dibuat sebanyak 3 sampel. Tahapan penelitian dapat dilihat pada *flow chart* Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

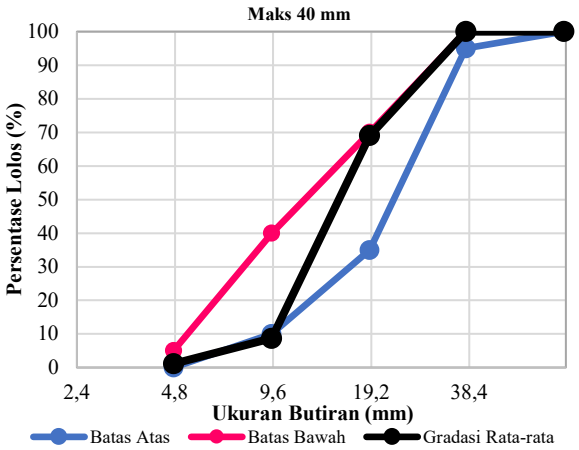
3 HASIL PENELITIAN

Pada beberapa pengujian didapatkan untuk agregat kasar ukuran 20-30 mm nilai modulus halus butir sebesar 8,83%, sehingga tidak memenuhi spesifikasi yang disayartakan (5 - 8%). Nilai tersebut melebihi spesifikasi karena pada pengujian analisa saringan, persentase agregat banyak tertahan dalam saringan3/4'' (19 mm) dan 3/8'' (9,5 mm). Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Gradasi Agregat Kasar Ukuran 20-30 mm

Dalam upaya untuk memperoleh gradasi agregat sesuai dengan spesifikasi gradasi, maka dilakukan kombinasi antara agregat kasar ukuran 10 – 20 mm dan 20 – 30 mm menggunakan metode *trials and error.* Berdasarkan metode *trials and error,* didapat proporsi campuran agregat kasar ukuran 10 – 20 mm adalah 65% dan ukuran 20 – 30 mm yaitu 35%, sehingga memenuhi batas-batas untuk tiap saringan. Seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik gabungan agregat kasar ukuran 20-30 cm dan 10-20 cm

Pembuatan benda uji dengan campuran *fly ash* sebanyak 5 (lima) variasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen. Jadi, total beton yang akan dibuat yaitu sebanyak 15 sampel. Proporsi campuran dengan variasi *fly ash* ditunjukkan dalam Tabel 1.

Proses pencampuran beton dilakukan di laboratorium Teknik Sipil UNG menggunakan cetakan silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm dengan menggunakan slump rencana 60 mm – 180 mm. setiap campuran diuji nilai slumpnya seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Proporsi Campuran Beton Variasi *Fly Ash*

Campuran	Variasi *Fly Ash* (%)				
	0	**5**	**10**	**15**	**20**
Semen (kg)	8,407	7,986	7,566	7,146	6,725
Fly Ash (kg)	-	0,420	0,841	1,261	1,681
Pasir (kg)	11,837	11,837	11,837	11,837	11,837
Batu Pecah (Uk. 1-2) (kg)	13,608	13,608	13,608	13,608	13,608
Batu Pecah (Uk. 2-3) (kg)	7,261	7,261	7,261	7,261	7,261
Air (kg)	3,651	3,651	3,651	3,651	3,651

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai Slump

Campuran	Nilai Slump Aktual
Variasi 0 %	40 mm
Variasi 5 %	40 mm
Variasi 10 %	60 mm
Variasi 15 %	50 mm

Berdasarkan Tabel 2, nilai slump aktual untuk variasi *fly ash* 0%, 5%, 15%, dan 20% berada di bawah slump rencana. Hal ini karena tidak digunakan bahan tambah sp untuk meningkatkan workability dan, butuh proses yang lebih cepat sehingga tidak dilakukan pengujian slump secara berulang-ulang yang dapat membuat campuran akan cepat mengeras.

Setelah dilakukan pencampuran, terlihat jelas perbedaan warna dari sampel beton tanpa campuran *fly ash* (beton normal) dengan yang dicampur dengan *fly ash* Beton yang dicampur dengan *fly ash* warnanya cenderung kecoklatan seiring dengan bertambahnya kadar *fly ash.* Perbedaan tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.

Uji tekan beton dilakukan setelah terlebih dahulu sampel beton direndam selama 28 hari. Hasil uji tekan beton dan perbandingan nilai kuat tekan ditunjukkan dalam Tabel 3.

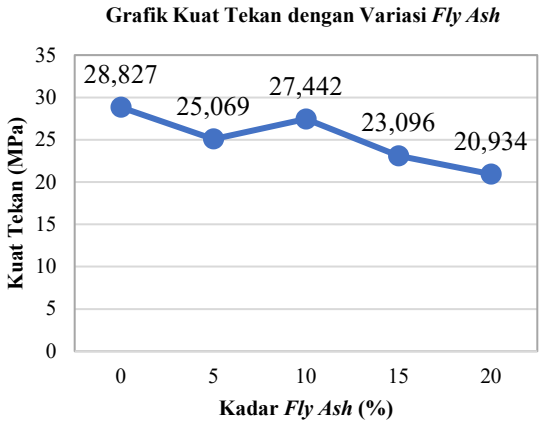
Berdasarkan Tabel 3, nilai kuat tekan rata-rata pada beton normal yaitu 28,827 MPa. Kuat tekan beton variasi *fly ash* 5%, 10%, 15%, dan 20% berturut-turut adalah 25,069 MPa, 27,442 MPa, 23,096 MPa, dan 20,934 MPa. Nilai kuat tekan dengan variasi *fly ash* cenderung lebih rendah bila dibandingkan dengan beton normal. Nilai kuat tekan beton optimum terdapat pada variasi 10% yaitu 27,442 MPa dengan persentase penurunan sebesar -4,804%. Nilai tersebut lebih tinggi bila dibandingan dengan nilai kuat tekan beton dengan kadar *fly ash* 5%, 10%, dan 20%. Nilai kuat tekan terendah terdapat pada kadar *fly ash* 20% dengan persentase penurunan sebesar -27,380%. Grafik kuat tekan beton ditunjukkan dalam oleh Gambar 5.

(a) (b)

Gambar 4. Beton Normal (a) dan Beton dengan *Fly Ash* (b)

Tabel 3. Hasil Uji Tekan Beton

Kadar *Fly Ash* (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Selisih	%
0 (BN)	29,189	28,827	0,000	0,000
	28,069			
	29,222			
5	25,829	25,069	-3,758	-13,035
	24,759			
	24,619			
10	26,622	27,442	-1,385	-4,804
	27,340			
	28,363			
15	23,033	23,096	-5,731	-19,881
	24,872			
	21,382			
20	24,800	20,934	-7,893	-27,380
	21,964			
	16,038			



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Beton terhadap Variasi *Fly Ash*

Berdasarkan Gambar 4, penggunaan *fly ash* sebagai subtitusi semen tidak meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan. Sebaiknya komposisi bahan penyusun campuran selain semen seperti pasir dan split juga harus dikurangi dengan adanya penggunaan *fly ash* di dalam beton. Pada penelitiann ini hanya berat semen yang dikurangi dengan adanya penggunaan *fly ash* sehingga tidak didapatkan hasil yang optimum.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan untuk variasi *fly ash* 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% berturut-turut sebesar 28,827 MPa, 25,069 MPa, 27,442 MPa, 23,096 MPa, dan 20,934 MPa, yang menunjukkan nilai kuat tekan dari masing-masing variasi tidak mencapai nilai kuat tekan yang direncanakan (fc' 30 MPa).
2. Persentase optimum penggunaan *fly ash* sebagai bahan substitusi semen didapat pada kadar *fly ash* 10% dengan kuat tekan sebesar 27,442 MPa.
3. Kenaikan nilai kuat tekan pada variasi 10% menunjukkan adanya potensi penggunaan *fly ash* antara 5% sampai 10% (6%, 7%, 8%, dan 9%).
4. Pada penelitiann ini hanya berat semen yang dikurangi dengan adanya penggunaan *fly ash* sehingga tidak didapatkan hasil yang optimum. Sebaiknya komposisi bahan penyusun campuran selain semen seperti pasir dan split juga harus dikurangi dengan adanya penggunaan *fly ash* di dalam beton.

DAFTAR RUJUKAN

Adhitia F, Pertiwi D., 2020. Pengaruh Variasi *Fly Ash* sebagai Pengganti Sebagian Semen dengan Copper Slag Pengganti Sebagian Pasir untuk Beton Mutu 42 MPa. *Paduraksa* 9(1)

Cornelis R., Priyosulistyo H., Satyarno I., Rochmadi, 2018. The Investigation on Setting Time and Strength of High Calcium Fly Ash Based Geopolymer. Applied Mechanics and Materials 881(1)

Hardjasaputra H., Ekawati E. 2018. Penelitian Rancangan Campuran Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash PLTU Suralaya-Banten terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil 22 (1)

IEC. (2018). PLTU INDRAMAYU: Ini Kandungan Logam Pencemar Laut Yang Ditemukan. https://environment-indonesia.com/articles/pltu-indramayu-ini-kandungan-logam-pencemar-laut-yang-ditemukan/

Indrayani, Delvianty J., Selmina M. dkk, 2019. Fly Ash sebagai Alternatif Pengganti Semen pada Beton Geopolimer Ramah Lingkungan Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri

Kementrian ESDM,. (2022). Perpres Resmi Diteken, Era Baru Pembangkit Listrik Rendah Emisi Dimulai https://ebtke.esdm.go.id/post/2018/03/14/1908/ruptl.pt.pln.20182027.pertumbuhan.yang.realistis.dan.meningkatkan.target.ebt?lang=en

LBH Yogyakarta. (2019). Dampak Energi Kotor PLTU Batubara Menyebabkan Kabupaten Cilacap Krisis lingkungan Hidup yang Bersih. https://lbhyogyakarta.org/2019/10/17/dampak-energi-kotor-pltu-batubara-menyebabkan-kabupaten-cilacap-krisis-lingkungan-hdup-yang-bersih/

Mardiansah, Sebayang S., Oktarina D 2018. Pengaruh Penggantian Abu Terbang (Fly Ash) pada Sebagian Semen Portland Komposit terhadap Kuat Tekan Mortar. Jurnal Mahasiswa Teknik, 1(1)

Marwan, Supriani F., Afrizal Y., 2017 Pengaruh Penggantian Sebagian Semen dengan Abu Terbang (Fly Ash) dan Abu Cangkang Lokan terhadap Kuat Tekan Paving Block. Jurnal Inersia 9(1)

Setiawati., 2018. Fly Ash sebagai Bahan Pengganti Semen pada Beton Seminar Nasional Sains dan Teknologi jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek

SNI ASTM C136:2012, S. A., 2012. Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar. Badan Standardisasi Nasional

SNI 03-2834-2000, 2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton

SNI 1969:2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Badan Standar Nasional Indonesia.

SNI 1970:2008, Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Sultan M. A., Imran, Faujan M., 2019 Pengaruh Penambahan Limbah Pembakaran Batubara (Fly Ash) Ex PLTU Rum pada Campuran Beton. Teras Jurnal 9(2)

Tenaga Listrik Gorontalo, (2013) Laporan Pelaksanaan Kegiatan Pengelolaan Lingkungan Tahap Konstruksi Pembangunan PLTU Molotabu https://repository.ung.ac.id/get/singa/2/19/Pemantauan-Pelaksanaan-UKL-UPL-PLTU-Molotabu-oleh-PT-Tenaga-Listrik-Gorontalo.pdf