

Kalkulasi Konsentrasi Faktor Emisi Total Suspended Particulate Tungku Pembakar Sampah Sederhana Ramah Lingkungan Di Desa Tegal Wangi Kabupaten Cirebon Sebagai Peran Aktif Perguruan Tinggi Memfasilitasi SDM UMKM Sektor Limbah Rotan

Bambang Hermani

Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon Jl : Perjuangan no 17 Cirebon 45135

e-mail : prigele2bang@gmail.com

Abstrak

Perkembangan kemajuan teknologi saat ini yang intens mempengaruhi industri di berbagai sektor, salah satu perubahan besar yang terjadi pada sektor pendidikan dalam mengelola sumber daya yang ada, peran aktif perguruan tinggi mencetak sumber daya manusia industri kecil menengah sektor manufaktur, perlu disusun kebijakan dan strategi yang tepat sangat diperlukan guna menyiapkan sumber daya manusia Indonesia yang unggul, berdaya saing, dan mampu menjawab kebutuhan maupun tantangan revolusi industri 4.0. dan 5.0. Tungku pembakar sampah merupakan suatu alat atau mesin untuk membakar sampah menggunakan teknologi pembakaran yang dirancang bangun sedemikian rupa dengan temperatur tertentu sehingga sisa pembakaran sangat minim dimana teknologi tersebut masih dalam koridor dibawah era revolusi industri 3.0. tungku pembakar sampah sampai kapasitas 2,0 kubik dengan teknologi pemanik kayu bakar banyak didirikan, dan dari sebuah kepala pembakar nosel yang berbahan bakar minyak fosil, oli bekas, dan minyak jelantah dengan modifikasi pancaran uap air, opsional penyaring cemaran udara dengan spray dryer dan dust collector jadi tren saat ini. Hasil sisa pembakaran sampah pada umumnya berupa abu pasir dan abu terbang, Salah satu metode pengolahan yang mudah diterapkan dan aman terhadap lingkungan adalah pemadatan dan stabilisasi menggunakan semen atau lempung sebagai bahan pengikat. Pemanfaatan produk ini dapat digunakan untuk batako atau batu bata. Prinsip utama pemanfaatan atau pengolahan residu adalah mengubah bahan tersebut menjadi stabil sehingga pada kondisi terpapar di atmosfer tidak berbahaya bagi lingkungan. Teknik pengolahan residu secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi tiga proses utama : (1) proses pemisahan, (2) pemadatan/stabilisasi, (3) proses termal. Pengabdian ke masyarakat merupakan salah satu program yang efektif dalam rangka pemenuhan kebutuhan sumber daya manusia, UNTAG Cirebon mengusulkan dan berperan aktif melakukan permulaan menuju kebijakan dan strategi yang tepat, guna menyiapkan peluang sumber daya manusia yang segera dimaksimalkan terutama untuk meningkatkan pemerataan kemajuan UMKM sektor industri rotan pembuatan tungku pembakar sampah sederhana ramah lingkungan, yang mampu menjawab kebutuhan industri era perkembangan zaman.

Kata kunci: revolusi industri 3;0 dan 5.0, tungku pembakar sampah, usulan UNTAG Cirebon

PENDAHULUAN

Pengabdian ke masyarakat merupakan salah satu program Perguruan Tinggi memiliki peran penting dan efektif dalam rangka pemenuhan kebutuhan sumber daya manusia, UNTAG Cirebon melalui diskusi panel dalam tajuk implementasi program cipta tenaga trampil industri UMKM, mengusulkan untuk berperan aktif melakukan permulaan menuju kebijakan dan strategi yang tepat, guna menyiapkan peluang sumber daya manusia yang dimaksimalkan terutama untuk

meningkatkan pemerataan kemajuan UMKM sektor industri pembuatan tungku pembakar sampah sederhana ramah lingkungan, yang mampu menjawab kebutuhan industri dan perkembangan zaman, perguruan tinggi memiliki pengetahuan dan teknologi terbaru yang dapat ditransfer kepada industri. melalui kolaborasi, perguruan tinggi dapat membantu industri mengadopsi dengan terapan teknologi baru, dan optimalisasi proses produksi, atau meningkatkan kualitas produk dan layanan. Transfer pengetahuan dan teknologi ini dapat meningkatkan daya saing industri dan mempercepat kemajuan ekonomi, sumber data yang digunakan dalam tulisan ini berasal dari data sekunder, jurnal dan hasil penelitian yang sudah diterbitkan dengan menggunakan metode literatur agar mendapatkan alternatif mengenai dampak sosial masyarakat. Kolaborasi antara perguruan tinggi dan industri

memiliki potensi besar untuk mendorong inovasi, pengembangan ekonomi, dan pertumbuhan berkelanjutan. melalui berbagai macam kolaborasi, perguruan tinggi dan industri dapat menciptakan sinergi yang saling menguntungkan. Dalam maksud tersebut pelayanan kepada masyarakat dari UNTAG Cirebon memfasilitasi diskusi perancangan dan perencanaan untuk UMKM yang bergerak di industri balaiyasa pabrikasi mesin se wilayah III, dengan mengadakan pelatihan bersama materi perancangan dan perencanaan mesin pembakar pemantik kayu bakar model roket sederhana, atau dengan kepala pembakar ber bahan bakar minyak.

METODE

Latar belakang.

Kajian teknologi dan konstruksi dalam pabrikasi mesin dan perancangan dan perencanaan tungku pembakaran sampah organik dengan kayu bakar dan bahan mudah diperoleh disekitarnya.

Rumusan

Dalam perancangan dan perencanaan ini dibahas beberapa masalah :

1. Bagaimana konstruksi mesin pembakar pemantik kayu bakar model roket
2. Bagaimana mesin pembakar pemantik kayu bakar model roket mampu membakar sempurna

Tujuan

Penelitian ini bertujuan diperoleh kriteria sebagai berikut:

Makalah tersebut dikaitkan dengan kajian praktis perancangan dan perencanaan mesin.

Dasar teori

Urgensi Restrukturisasi

“Pendidikan vokasi perlu dibenahi secara besar-besaran, tanpa mengubah bentuk institusi yang sudah ada.” masyarakat,” ungkap tokoh Pendidikan lintas zaman tersebut. Pada konteks kekinian, pendidikan vokasi, kata Bapak Malik Fadjar, perlu dibenahi secara besar-besaran, tapi tanpa mengubah institusi yang sudah ada, seperti dalam bentuk SMK, politeknik, maupun Balai Latihan Kerja (BLK). Pendidikan vokasi juga sebaiknya diarahkan lebih serius menggarap konsep akademi kemasyarakatan (community college). Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan salah satu determinan utama yang menentukan keberhasilan sebuah negara dalam memanfaatkan peluang dari Revolusi Industri 4.0. Untuk itu, kebijakan dan strategi yang tepat sangat diperlukan guna menyiapkan SDM Indonesia yang unggul, berdaya saing, dan mampu menjawab kebutuhan maupun tantangan Industri 4.0. Pelaksanaan akademi kemasyarakatan ini tidak perlu dilakukan seluruhnya oleh pemerintah. Dunia usaha juga seharusnya terlibat langsung dalam menyelenggarakan akademi komunitas, sehingga mereka yang belajar di sana akan lebih mudah diserap dunia kerja. “Pemerintah hanya membuat standarisasi yang dibutuhkan,” kata Bapak Malik Fadjar. Dengan konsep ini, paradigma Bapak Abdul Malik Fadjar, Anggota Wantimpres mengatakan, para pemangku kepentingan perlu memahami dan memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai upaya kreatif ke arah terwujudnya kesiapan SDM dalam menyambut era Revolusi Industri 4.0. Lebih pendidikan masyarakat diharapkan berubah dari pendidikan untuk

mendapatkan gelar, menjadi pendidikan untuk kerja. jauh dari itu, transformasi yang terjadi di era Revolusi Industri 4.0. juga menghadirkan tantangan baru dalam hal bagaimana negara dapat memanfaatkan pranatapradata pembinaan SDM, seperti Lembaga Pendidikan vokasi atau kejuruan dan pusat – pusat pelatihan yang sudah tersedia. Jika diamat lebih jauh, Bapak Malik Fadjar Selain akademi kemasyarakatan, pemerintah juga perlu memperkuat peran BLK. Saat ini, pemerintah telah mengeluarkan beberapa inisiasi program untuk memperkuat program BLK. Menurut Bapak Malik Fadjar, program menilai, memang ada ketidak sinambungan program penguatan BLK ini harus dalam pelaksanaan pendidikan vokasi di Indonesia. “Padahal, pendidikan vokasi sudah ada sejak Indonesia Merdeka dan telah berjalan cukup bagus, baik disesuaikan dengan potensi masing-masing daerah, serta jangan dicampuri dengan kepentingan-kepentingan politik (ARD, FA, VNT). Bapak Abdul Malik Fadjar Anggota Dewan Pertimbangan Presiden yang sifatnya jangka pendek maupun jangka menengah, untuk seluruh lapisan [i]

Tungku SANIRA

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) terus mendukung pengurangan dan pengelolaan sampah baik melalui upaya struktural dengan membangun infrastruktur persampahan maupun upaya non struktural yakni mendorong perilaku hidup bersih dan sehat kepada masyarakat. Tingkat volume sampah yang tinggi, khususnya di kawasan perkotaan mendorong Kementerian PUPR untuk terus mengembangkan teknologi tepat guna yang ramah lingkungan dalam mengatasi permasalahan sampah.

Dukungan inovasi dan teknologi diperlukan dalam pembangunan infrastruktur untuk menjadi lebih baik, cepat, dan lebih murah. Pemanfaatan teknologi yang tepat guna, efektif, dan ramah lingkungan juga didorong guna menciptakan nilai tambah dan pembangunan berkelanjutan sehingga manfaat infrastruktur dapat dirasakan generasi mendatang.



Tungku Sanira Inovasi Balitbang PUPR

teknologi pembakaran sampah yang ramah lingkungan yakni Tungku Sanira (sampah nir racun) untuk menangani permasalahan sampah. Tungku Sanira digunakan untuk penanganan residu sampah, yang dapat diterapkan pada industri/pabrik, pertokoan, pasar, dan lingkungan permukiman. Dengan penanganan sampah melalui pembakaran ini dapat mengurangi sampah hingga 80-98%, tergantung komposisi dan derajat recovery sampah. Dengan demikian sistem pembakaran sampah ini dapat mengurangi sampah yang ditimbun di TPA sampah. Pembakaran Tungku Sanira terdiri dari 2 tahap yaitu pembakaran sampah di dalam ruang bakar dan pembakaran gas atau asap di dalam jaringan pipa ruang bakar. Pada sistem pembakaran asap akan melalui proses filter udara yang terdiri atas 3 tahap yakni filter partikulat/abu terbang dengan siklon, filter udara dengan dikondensasikan dalam jaringan pipa, dan filter udara setelah kondensasi diberi kabut air melalui sprayer.

Proses pendinginan udara dilakukan dengan mengalirkan air yang digunakan sprayer secara sirkulasi melalui menara pendingin dan pengendapan. Menara pendingin air berupa cascade untuk mempercepat proses pendinginan dan penambahan oksigen serta pengurangan partikel. Penggunaan filter asap dan sistem water spray menjadikan sampah hasil pembakaran tidak mengeluarkan asap gas CO₂ sehingga ramah lingkungan. Proses pengurangan sampah dengan sistem

pembakaran Tungku Sanira tidak membutuhkan bahan bakar minyak maupun gas tetapi cukup dengan memanfaatkan sampah organik dan anorganik kering sebagai bahan bakarnya, seperti ranting, kertas, dan sebagainya. Saat proses menyalakan api memerlukan oksigen dengan menggunakan blower.

Tenaga listrik yang dibutuhkan sebesar 1.000 watt digunakan untuk mesin blower, pompa air, pompa sprayer. Jenis sampah yang dapat dibakar dalam Tungku Sanira berupa residu sampah yang kadar air nya kurang dari 40%, baik sampah organik dan anorganik kecuali logam, kaca dan bahan lain yang tidak dapat terbakar. Kapasitas bakar Tungku sebesar 1 - 2 m³/jam dengan luas area minimal yang dibutuhkan 5 m x 5 m atau 25 m². Suhu pembakaran dapat mencapai 800 °C.

Kendati dapat dioperasikan sebagai pengolah sampah mandiri, teknologi ini akan lebih efektif apabila diintegrasikan dengan pengolahan sampah lain, seperti pengolahan sampah dengan menerapkan konsep 3R (reduce, reuse, recycle) melalui pengomposan, daur ulang sampah dan manajemen bank sampah.

Bahkan jika dioperasikan secara terus menerus 24 jam, Tungku Sanira berpotensi dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik mini. Teknologi ini telah mendapat label sebagai non-toxic waste furnace atau tungku pemusnah sampah nir racun. Dari hasil penelitian, emisi gas buang yang dihasilkan teknologi Tungku Sanira telah memenuhi baku mutu yang berlaku di Indonesia, yakni sesuai dengan Keputusan Bappedal Nomor 03/Bapedal/09/1995 atau Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.70/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Emisi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pengolahan Sampah Secara Termal, selain Dioxins dan Furans. Di Indonesia sendiri belum ada laboratorium yang memiliki fasilitas pengujian Dioxins dan Furans. [ii]

Revolusi Industri

Revolusi Industri 1.0 merupakan sebuah revolusi di bidang industri yang pertama kali terjadi tepatnya pada abad ke-18 pada periode tahun 1750 hingga tahun 1850. Revolusi ini ditandai dengan adanya penemuan mesin uap yang digunakan dalam proses produksi sebuah barang.

Revolusi industri 2.0 terjadi di awal abad ke-20 yang dikenal dengan revolusi teknologi, Revolusi industri yang terjadi ini ditandai dengan adanya penemuan tenaga listrik yang membuat mesin uap yang tadinya sering digunakan dalam proses produksi semakin lama digantikan dengan adanya tenaga listrik tersebut, yang menghadirkan inovasi mobil yang mempersingkat waktu dan jarak.

Revolusi industri 3.0 yang terjadi pada akhir abad ke-20 ditandai dengan adanya teknologi digital serta internet. Dimana yang membuat ruang serta waktu yang ada tidak lagi menjadi sebuah jarak hasil era revolusi industri 3.0 yaitu, teknologi komputer, munculnya akses internet, penggunaan berbagai peralatan elektronik smartphone, berbagai inovasi pada sistem perangkat lunak, serta inovasi pada pengembangan sumber energi baru.

Revolusi industri 4.0 yang terjadi pada awal abad ke-21 merupakan sebuah revolusi dimana manusia telah menemukan pola baru dengan adanya kemajuan teknologi yang terjadi begitu cepat sehingga mengancam berbagai perusahaan yang lebih konvensional, sebagai sebuah transformasi komprehensif dari segala aspek produksi yang terjadi di dunia industri melalui penggabungan antara teknologi digital serta internet dengan industri konvensional.

Dengan adanya revolusi industri 4.0 ini sendiri mengubah perspektif, dimana ukuran perusahaan bukan lagi menjadi sebuah jaminan, tetapi bagaimana sebuah perusahaan dapat beradaptasi dan memiliki kelincuhan merupakan sebuah kunci keberhasilan untuk mencapai tujuan serta prestasi yang ada. Berbagai teknologi baru yang tadinya tidak pernah terpikirkan pun bermunculan, seperti layanan ojek online, pembayaran melalui gadget, hingga warung digital yang bermunculan di tengah revolusi industri yang ada saat ini.

Revolusi industri 5.0 ditunjukkan lebih berfokus kepada kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan. Hal ini sendiri dapat kita lihat contohnya yang sudah ada di negara Indonesia, salah satu perusahaan yang sudah siap untuk menghadapi era revolusi industri 5.0 ini adalah perusahaan pelayanan seperti ojek online maupun perusahaan penggalangan dana.

Konsep yang diusung pada industri 5.0 ini sendiri akan lebih fokus terhadap kombinasi antara pendayagunaan antara berbagai aspek, seperti manusia, data, serta teknologi. Walaupun memiliki kemiripan dengan era revolusi sebelumnya, namun kedua era ini sama sekali berbeda berdasarkan fokusnya. Pada dasarnya konsep revolusi industri 4.0 dan 5.0 tidak terdapat perbedaan yang jauh, Jika revolusi industri 4.0 ditandai dengan kemudahan manusia mengakses maupun menyebar informasi melalui media internet, maka revolusi industri 5.0 ditandai dengan semua teknologi menjadi bagian dari kehidupan manusia. Terlihat hampir tidak ada perbedaan dari keduanya, karena masing-masing memanfaatkan kecerdasan buatan untuk kepentingan kehidupan manusia. Namun yang jadi penanda era revolusi industri 5.0 adalah dimana manusia dan mesin bekerja sama dalam peningkatan sarana dan efisiensi suatu pekerjaan.

Kemajuan zaman ke era revolusi industri 5.0 memungkinkan terjadinya perubahan peradaban dengan cepat, mengingat tujuan utama dari era tersebut adalah membuka sekat akses teknologi kepada semua masyarakat dunia tanpa memandang status sosial. Akses terhadap perekonomian, kesehatan dan pendidikan akan lebih mudah di era ini. [iii]

HASIL



Gambar.1.
Tungku Pembakar Sampah organik non plastic

Pelatihan Perancangan

Pelatihan yang diselenggarakan Fakultas Teknik 17 Agustus 1945 Cirebon, dengan tajuk materi rancangan dan perencanaan tungku pembakar sampah yang dibangun untuk desa Karangsari Weru Kabupaten Cirebon Jawa Barat. Tungku tersebut dirancang dan direncanakan untuk membakar sampah organik non plastik seperti daun kering ranting pohon, jerami, yang mana abu bawah sisa pembakaran di manfaatkan untuk campuran pembuatan bata merah, dimungkinkan tidak ada opsi alat anti polusi udara bakar/*flue gas treatment* seperti gambar diatas.

Faktor Emisi

Atmosfer bumi merupakan campuran kompleks gas, uap, dan partikel. Partikel di atmosfer merupakan campuran molekul padat dan cair. Mereka dapat berupa inti di mana uap mengembun, dapat saling menempel dan membentuk partikel yang lebih besar, dan dapat bereaksi secara kimia dengan zat lain di atmosfer untuk membentuk senyawa yang berbeda. Jika partikel yang tersuspensi di udara menjadi cukup besar, maka partikel tersebut akan jatuh ke tanah. Partikel-partikel yang

tetap tersuspensi di udara disebut partikulat. Total tersuspensi partikulat (TSP) mengacu pada totalitas materi padat kecil yang dilepaskan, didokumentasikan dan/atau teramati di atmosfer. Total partikulat yang tersuspensi dianggap sebagai kontributor utama polusi udara, pembentukan kabut asap, dan pencemaran lingkungan. Faktor emisi *Total Suspended Particulate* (TSP) adalah suatu angka yang menyatakan besarnya emisi Total Suspended Particulate (TSP) dalam setiap berat sampah yang dibakar dalam satuan mg/kg. Menurut US EPA, 2002.

$$FE = (Q.C.t / m)$$

Keterangan

FE = Faktor emisi (mg/kg)

Q = Debit udara (m³/menit)

C = Konsentrasi TSP (mg/menit)

t = Durasi (menit)

m = Massa (kg)

Konsentrasi total partikulat bahan tersuspensi (TSP) di udara sekitar diukur menggunakan alat sampel bervolume tinggi. Filter yang digunakan untuk tujuan ini mempunyai berat kering awal sebesar 9,787 gm. Filter dipasang di sampel alat dan laju aliran udara awal melalui filter diatur pada 1,5 m³/menit. pengambilan sampel dilanjutkan selama 24 jam. Aliran udara setelah 24 jam diukur menjadi 1,4 m³/menit. berat kering kertas filter setelah pengambilan sampel 24 jam adalah 10,283 gm. Dengan asumsi penurunan linier pada laju aliran udara selama pengambilan sampel, berapakah konsentrasi TSP rata-rata 24 jam di udara sekitar?

Konsep :

$$\text{Konsentrasi TSP rata-rata} = \frac{\text{Berat akhir kertas saring} - \text{Berat awal kertas saring}}{\text{volume sampel udara}}$$

Kalkulasi :

Laju aliran udara awal = 1,5 m³/min

Laju aliran udara akhir = 1,4 m³/min

Penurunan aliran udara bersifat linier.

Anggap laju aliran udara rata-rata = (1,5+1,4)/2 = 1,45 m³/min

TSP concentration = [(10,238 – 9,787) 10⁶] / (1,45x60x24) = 237,5 µg/m³

Sampah – sampah organik yang baru dipungut atau dikumpulkan keadaan umumnya masih basah kadar air sampah sampai 80 %, untuk yang dimaksud tersebut harus dikeringkan atau dijemur terlebih dahulu untuk penurunan kadar air baru dibakar dalam tungku.

United States Environmental Protection Agency. 2002. "Open Burning Test Facilities" Research And Development. Untited State.

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik :

1. Pada pembakaran sampah kering sejenis non plastik tungku tanpa sistim rawatan polusi udara harus ditempatkan jauh dari pemukiman.
2. Pada pembakaran sampah campuran basah gunakan jenis tungku SANIRA.
3. air-quality particulate monitoring instruments untuk monitor kualitas udara di lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Perancangan & Perencanaan praktis ini didukung oleh Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon selaku penanggung jawab penelitian dan saya mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Teknik UNTAG Cirebon, atas keahlian dan perhatian yang telah diberikan yang sangat membantu penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Texbook

- [1]. Air Pollution Control A Design Approach Fourth Edition. C. David Cooper, F. C. Alley. ISBN 10: 1-57766-678-X. ISBN 13: 978-1-57766-678-3. Waveland Press, Inc.
- [2]. Air Pollution. edited by. Bhola R. Gurjar. Luisa T. Molina Chandra S.P. Ojha. foreword by Dr. Mario J. Molina. ISBN 9781439809624. CRC Press Boca Raton London New York
- [3]. Open Burning Sources of Air Pollution Brian Gullett, Ph.D. U.S. EPA, Office of Research and Development Research Triangle Park, NC. Gullett.brian@epa.gov
- [4]. Testbook : testbook.com

Online site

- [i]. dikutip dari laman www.wantimpres.go.id 11/9/2023 - Warta-Wantimpres-Edisi-01-2019
- [ii]. dikutip dari laman <https://pu.go.id/berita>
- [iii]. dikutip dari laman <https://jurnal.univpgripalembang.ac.id/index.php/Prosidingpps/article/view/3794>
Y Puspita et al., "Selamat Tinggal Revolusi Industri 4.0, Selamat Datang Revolusi Industri 5.0,"