

Efisiensi Palung Pendingin Yang Terintegrasi Dengan Mono Vertical Crystallizer Di Pabrik Gula PT. Sinergi Gula Nusantara. Pabrik Gula PT. Sinergi Gula Nusantara Di Unit PG. Djombang Baru

Ahmad Dhani Firmansyah*
Universitas Nusantara PGRI Kediri
ahmaddhani234@gmail.com

*Corresponding author : Ahmad Dhani Firmansyah

Abstrak

Proses kristalisasi gula merupakan tahap yang sangat penting dalam industri pengolahan gula, di mana efisiensi alat pendingin memiliki peran krusial dalam menentukan kualitas produk akhir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi palung pendingin Mono Vertical Crystallizer yang baru diterapkan di Pabrik Gula PG Djombang Baru. Dengan menggunakan metode observasi langsung dan wawancara dengan karyawan, penelitian ini menyalakan proses transfer massa, waktu pendinginan, dan kapasitas sistem. Hasil analisis menunjukkan bahwa Mono Vertical Crystallizer dapat menampung hingga 24 koil dan memerlukan waktu sekitar 30 menit untuk mentransfer massal dari palung pendingin Kaeltroog. Setelah transfer, massecuite berada dalam Mono Vertical Crystallizer selama kurang lebih 4 jam. Proses menyalakan yang dilakukan secara bertahap dengan aliran udara dingin yang efisien memberikan kontribusi pada penurunan suhu nira secara optimal. Temuan ini menunjukkan bahwa Mono Vertical Crystallizer tidak hanya meningkatkan efisiensi proses pendinginan, tetapi juga memastikan kualitas nira yang lebih baik sebelum diproses lebih lanjut. Dengan demikian, alat ini menjadi pilihan yang sangat baik dalam pengolahan nira untuk menghasilkan gula berkualitas tinggi.

Kata Kunci : Efisiensi, Kristalisasi Gula, Kualitas Massecuite, Mono Vertical Crystallizer, Palung Pendingin.

A. PENDAHULUAN

Untuk mencapai swasembada gula dan memenuhi kebutuhan nasional dengan produk berkualitas tinggi, perusahaan-perusahaan dalam industri gula perlu menerapkan sistem pengendalian kualitas yang efektif. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah metode Seven Tools, yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan menganalisis masalah yang menyebabkan cacat produk. Dengan cara ini, langkah-langkah perbaikan yang tepat dapat diambil untuk meningkatkan kualitas produk. Fokus pada pengendalian kualitas yang baik diharapkan dapat meminimalkan jumlah produk cacat dan mencapai tingkat kerusakan nol (zero cacat). Peningkatan kualitas gula kristal putih tidak hanya akan mendukung daya saing industri gula nasional, tetapi juga akan meningkatkan loyalitas konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, perhatian terhadap kualitas harus menjadi prioritas utama bagi seluruh pabrik gula di Indonesia, untuk memastikan keinginan dan pertumbuhan industri gula di masa depan (Sholiha, L., & Syaichu, A. 2017).

Karakteristik kualitas gula kristal putih (GKP) ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk warna larutan gula yang diukur dengan standar ICUMSA dan ukuran butir gula (BJB). Agar dapat bersaing di pasar nasional, produk gula harus memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Penelitian menunjukkan bahwa ukuran BJB yang lebih kecil berkontribusi pada tingkat kejernihan yang lebih tinggi pada gula kristal putih. Oleh karena itu, pengendalian kualitas yang efektif sangat penting untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar, tetapi juga dapat bersaing dengan produk gula dari negara lain.

Menghasilkan gula berkualitas tinggi juga bergantung pada penggunaan peralatan yang berfungsi secara optimal serta penerapan metode pendingin yang relevan. Proses sirkulasi yang efektif berperan besar dalam pembentukan gula semut yang berkualitas, serta mempengaruhi keseragaman ukuran butiran gula. Dalam praktiknya, pengadukan massa kristalisasi dilakukan secara perlahan pada awalnya, kemudian kecepatan pengadukan ditingkatkan. Pendekatan ini memungkinkan terjadinya kristalisasi yang optimal, yang sangat penting untuk menghasilkan gula dengan kualitas terbaik.

B. LANDASAN TEORI

Efisiensi sistem pengapian sangat dipengaruhi oleh desain dan konfigurasi alat, di mana aliran udara dingin yang optimal dapat menurunkan suhu nira secara efektif. Proses pendinginan yang dilakukan secara bertahap memungkinkan massa gula untuk mencapai suhu yang diinginkan sebelum diproses lebih lanjut, sehingga meningkatkan kualitas nira yang dihasilkan. Selain itu, pengendalian kualitas yang baik dalam proses kristalisasi juga sangat penting untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan, baik dari segi kejernihan maupun ukuran butir. Oleh karena itu, pengembangan teknologi pendingin yang lebih efisien dan efektif, seperti Mono Vertical Crystallizer, diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi gula dan mendukung daya saing industri gula nasional. Dengan demikian, alat ini tidak hanya berfungsi sebagai tempat pendingin, tetapi juga sebagai sistem terintegrasi yang memastikan kualitas udara yang optimal sebelum memproses lebih lanjut.

Proses kristalisasi gula merupakan tahap penting dalam industri pemrosesan gula, di mana efisiensi alat pendingin seperti Mono Vertical Crystallizer memegang peranan penting dalam menentukan kualitas produk akhir. Alat ini dirancang untuk mendinginkan massa secara lebih efisien dibandingkan metode kaeltroog tradisional, dengan mengoptimalkan aliran udara dingin yang bertahap sehingga suhu nira dapat menurun secara terkendali. Efisiensi pendinginan ini sangat bergantung pada desain dan konfigurasi alat, di mana pengaturan suhu yang tepat memungkinkan massa gula mencapai kondisi ideal sebelum memproses lebih lanjut. Selain aspek teknis, pengendalian kualitas selama proses kristalisasi juga menjadi faktor penentu, baik dalam hal kejernihan nira maupun keseragaman ukuran butir kristal gula. Penggunaan teknologi canggih seperti Mono Vertical Crystallizer tidak hanya meningkatkan kapasitas produksi, tetapi juga mendorong daya saing industri gula nasional melalui peningkatan kualitas produk yang sesuai standar pasar. Alat ini berfungsi sebagai sistem terintegrasi yang tidak sekadar mendinginkan, melainkan juga memastikan konsistensi parameter proses sebelum tahap pemrosesan selanjutnya. Perkembangan teknologi pendingin yang lebih efisien menjadi kebutuhan penting untuk menahan tantangan industri gula modern, sekaligus menjawab kebutuhan keberlanjutan produksi dan kualitas yang semakin ketat di tingkat global.

C. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang kami lakukan bersifat eksploratif dan deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang fokus pada mendalam terhadap peralatan dan proses produksi di Pabrik Gula PG. Djombang Baru. Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap utama untuk mendapatkan data yang komprehensif. Tahap pertama melibatkan pengumpulan data primer secara langsung di lapangan, di mana kami melakukan observasi partisipatif selama periode operasional pabrik. Tujuan dari observasi ini adalah untuk memahami secara menyeluruh sistem kerja palung pendingin Mono Vertical Crystallizer, termasuk pemantauan alur kerja, parameter teknis, serta interaksi antara mesin dan operator dalam proses produksi. Selain itu, kami juga melakukan serangkaian wawancara mendalam dengan berbagai pihak terkait, termasuk petugas dan operator yang bertanggung jawab langsung atas operasional palung pendingin, supervisor produksi yang memahami alur kerja secara holistik, serta manajer mutu yang mengawasi standar kualitas produk. Proses wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan panduan pertanyaan yang mencakup standar prosedur operasional, parameter teknis pengoperasian, permasalahan yang sering dihadapi, dan upaya peningkatan efisiensi yang pernah dilakukan.

Tahap analisis dilakukan dengan triangulasi pendekatan, di mana data dari berbagai sumber dan metode saling transaksi untuk mendapatkan hasil yang akurat. Kami mengkombinasikan data hasil observasi lapangan, temuan wawancara, serta dokumen teknis yang tersedia di pabrik. Parameter utama yang menjadi fokus penelitian meliputi efisiensi pendinginan sistem termal, waktu siklus proses kristalisasi, konsumsi energi per batch produksi, dan konsistensi kualitas output. Temuan lapangan kemudian dibandingkan dengan literatur dan standar industri gula nasional maupun internasional untuk menilai tingkat optimalisasi sistem. Dengan pendekatan yang komprehensif ini, diharapkan dapat memberikan rekomendasi konkret untuk peningkatan efisiensi produksi gula di PG. Djombang Baru. Keunggulan metode penelitian ini terletak pada kombinasi antara pendekatan teoritis dan praktis lapangan, serta melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam rantai produksi, yang

memungkinkan kami mendapatkan perspektif yang holistik tentang kinerja palung pendingin Mono Vertical Crystallizer dalam ekosistem produksi gula secara keseluruhan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

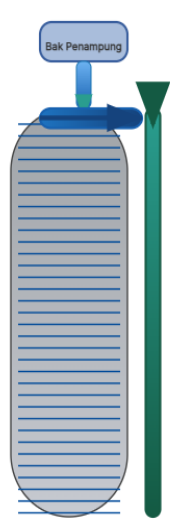
Proses kristalisasi gula di Pabrik Gula PG Djombang Baru melibatkan penggunaan alat Mono Vertical Crystallizer yang ditambahkan pada palung pendingin. Alat ini meningkatkan efisiensi proses dengan mampu menampung banyak koil dan mempercepat transfer panas, sehingga menghasilkan kristal gula yang lebih optimal. Dengan penerapan Mono Vertical Crystallizer, waktu pendinginan menjadi lebih efisien, mana masecuite dapat berada dalam alat ini selama kurang lebih 4 jam. Proses menyalakan yang dilakukan secara bertahap dengan aliran udara dingin yang efisien memberikan kontribusi pada penurunan suhu nira secara optimal. Keunggulan alat ini tidak hanya terletak pada efisiensi pendinginan, tetapi juga pada peningkatan kualitas udara sebelum memproses lebih lanjut. Dengan demikian, penggunaan Mono Vertical Crystallizer diharapkan dapat menghasilkan gula berkualitas tinggi dan meningkatkan produktivitas pabrik secara keseluruhan. Implementasi alat ini juga mencerminkan upaya pabrik untuk beradaptasi dengan teknologi terbaru dalam industri pengolahan gula, yang pada pasangannya dapat memberikan keuntungan kompetitif di pasar. Berikut kami sertakan visual gambar dan desainnya :



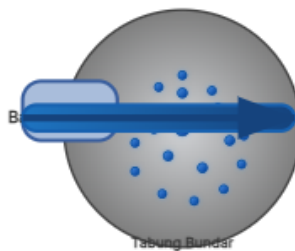
Gambar 1. Tampak Depan *Mono Vertical Crystallizer*

Mono Vertical Crystallizer merupakan salah satu komponen pengganti Kaeltroog yang sebelumnya berperan sebagai palung pendingin. Dalam penelitian ini, kami mencoba menganalisis perbandingan antara kedua alat tersebut dalam proses pendingin nira, dengan fokus pada efisiensi masing-masing alat. Hasil analisis kami menunjukkan bahwa proses transfer masecuite dari Kaeltroog D 1-7 ke Mono Vertical Crystallizer memerlukan waktu sekitar 30 menit. Salah satu keunggulan dari Mono Vertical Crystallizer adalah kapasitas sistemnya yang dapat menampung hingga 24 koil, yang memungkinkan proses pendinginan berlangsung lebih cepat dan efisien.

Di dalam Mono Vertical Crystallizer, masecuite akan berada selama kurang lebih 4 jam dalam kondisi sistem yang normal. Durasi ini sangat penting untuk memastikan bahwa masecuite dapat dikirimkan secara efisien sebelum diproses lebih lanjut. Dengan demikian, penggunaan Mono Vertical Crystallizer tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pendinginan, tetapi juga berpotensi meningkatkan kualitas gula yang dihasilkan. Proses pendinginan yang optimal sangat berpengaruh terhadap pembentukan kristal gula yang baik, sehingga alat ini menjadi pilihan yang lebih unggul dibandingkan dengan Kaeltroog dalam konteks pengolahan nira di Pabrik Gula PG Djombang Baru.



Gambar 2. Visual Desain Aliran Air di Dalam Pipa



Gambar 3. Visual Desain Tampak Atas *Mono Vertical Crystallizer*

Massecuite yang masuk ke dalam *Mono Vertical Crystallizer* dialirkan dari atas tabung menggunakan pipa. Dalam proses ini, massa yang masih dalam keadaan suhu panas akan jatuh melalui pipa dari atas ke bawah, melewati rangkaian pipa yang ada di dalam tabung *Mono*. Pipa-pipa ini dialiri oleh air dingin, sehingga saat pijat jatuh, ia akan melewati pipa aliran air dingin yang berfungsi untuk menurunkan suhu pijat secara efektif. Proses sirkulasi ini sangat penting karena sirkulasi yang efisien akan mempengaruhi kualitas massa yang dihasilkan.

Setelah massecuite berada di bagian bawah tabung *Mono*, massa tersebut akan dipompa kembali ke atas. Di bagian atas, terdapat bak penampung massecuite yang terhubung dengan tabung *Mono*. Massecuite yang telah mengalami proses pendinginan kemudian dituangkan ke dalam bak penampung tersebut untuk selanjutnya transfer ke alat LGF. Dengan sistem yang terstruktur dan berurutan ini, *Mono Vertical Crystallizer* terbukti sangat efisien sebagai palung pendingin massal.

Metode penelitian yang kami gunakan melibatkan pengamatan langsung terhadap cara kerja alat tersebut serta wawancara dengan para karyawan yang bertanggung jawab atas pengoperasiannya. Proses pendinginan yang panjang dan sistematis ini memungkinkan nira mencapai suhu yang diinginkan sebelum memproses lebih lanjut. Oleh karena itu, kami dapat menyimpulkan bahwa *Mono Vertical Crystallizer* tidak hanya berfungsi sebagai tempat pendingin, tetapi juga sebagai sistem yang terintegrasi untuk memastikan kualitas nira yang optimal sebelum memproses lebih lanjut. Efisiensi sistematis ini menjadikan *Mono Vertical Crystallizer* sebagai pilihan yang sangat baik dalam proses pengolahan massal, memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas dan produktivitas gula yang dihasilkan.

Di dalam sistem *Mono Vertical Crystallizer*, terdapat rangkaian pipa pendingin horizontal berukuran kecil yang dipasang secara strategis di sepanjang dinding tabung. Pipa-pipa ini berfungsi sebagai inlet masukan air pendingin di sisi kanan tabung dan keluar di sisi kiri sebagai outlet. Desain ini memungkinkan distribusi suhu yang lebih merata dan akurat, karena luas permukaan kontak yang lebih besar antara air pendingin dan massecuite, serta aliran air dingin yang konsisten di sepanjang jalur pipa. Hal ini menghasilkan pengaturan suhu yang lebih stabil dan terkontrol, sehingga pendinginan menjadi lebih efisien. Proses penyadapan secara bertahap melalui pipa-pipa kecil ini memberikan beberapa keunggulan, seperti mencegah perubahan suhu mendadak yang dapat

mempengaruhi struktur kristal, mempertahankan kecepatan pendinginan yang optimal, dan mengurangi risiko pematatan prematur pada massa.



Gambar 4 . Gambaran Pipa di dalam yang berisi aliran air dingin.



Gambar 5 . Aliran *Massecuite*

Massecuite yang terendam di bawa tabung *Mono Vertical Crystallizer* disodot oleh pipa naik ke atas, di bak penampung di samping tabung atas mengalir ke pipa samping menuju ke LGF.



Gambar 6. Alat LGF (*Low Grade Centrivugal*)

Alat LGF ini adalah berfungsi untuk sebagai pemisah gula dengan kualitas rendah dari tetes tebu pada stasiun putaran yang dihasilkan sebelumnya. Dengan kesimpulan pembahasan di atas tadi dapat kami analisis kesimpulan untuk efisiensi palung pendingin *Mono Vertical Crystallizer* dengan cara kerjanya yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Urutan Proses Larutan Gula di *Mono Vertical Crystallizer*

| Proses | Deskripsi |
|-----------------------------|--|
| Pengisian <i>Messecuite</i> | Larutan gula <i>Messecuite</i> dimasukkan ke dalam palung pendingin <i>Mono Vertical Crystallizer</i> secara vertikal dari bagian atas alat. |
| Penyaluran dan Penyebaran | Larutan <i>Messecuite</i> mengalir perlahan turun melalui pipa saluran vertikal dengan aliran terkontrol. |

| | |
|------------------------|---|
| Pendinginan Bertahap | Larutan <i>Messecuite</i> didinginkan secara bertahap dengan media pendingin yang mengalir di pipa pendingin. |
| Pembentukan Kristal | Kristal gula yang terbentuk mengendap dan berkumpul di dasar palung untuk dipisahkan. |
| Kontrol dan Pengaturan | Proses dikontrol melalui suhu, aliran larutan, dan media pendingin untuk hasil kristal optimal. |

E. Kesimpulan dan Saran

Implementasi *Mono Vertical Crystallizer* di PG Djombang menggantikan sistem *Kaeltroog* telah meningkatkan efisiensi pendinginan nira secara signifikan melalui sistem yang lebih terintegrasi. Alat ini bekerja dengan mengalirkan *massecuite* melewati rangkaian pipa horizontal kecil berisi air dingin, yang memungkinkan penurunan suhu secara efektif selama kurang lebih 4 jam dengan waktu transfer nira yang singkat, yakni sekitar 30 menit. Desain vertikal dengan kapasitas 24 koil ini tidak hanya mengoptimalkan sirkulasi nira tetapi juga memberikan kontrol suhu yang lebih akurat. Hal ini berdampak langsung pada pembentukan kristal gula yang lebih seragam dan berkualitas tinggi, sekaligus memudahkan operator dalam memantau parameter kritis melalui sistem yang lebih modern dan aman.

Untuk mempertahankan performa optimal, PG Djombang perlu mengadopsi sistem pemantauan berbasis sensor suhu dan tekanan yang canggih guna penyesuaian data secara *real-time*. Selain fokus pada pemeliharaan rutin dan pelatihan berkelanjutan bagi karyawan, perusahaan disarankan untuk berinvestasi dalam teknologi ramah lingkungan seperti sistem pemulihan panas serta eksplorasi bahan pendingin alternatif yang lebih efisien. Langkah strategis lainnya mencakup diversifikasi produk sampingan seperti molase menjadi bioetanol atau pakan ternak untuk meningkatkan nilai tambah. Dengan mengombinasikan inovasi teknologi, pengembangan SDM, dan kemitraan rantai pasok yang kuat, PG Djombang dapat memperkokoh posisinya sebagai pemimpin industri gula yang kompetitif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahiya, O., & Kumar, A. (2019). Pemodelan matematika dan evaluasi kinerja sistem kristalisasi Apan dalam industri gula. *SN Applied Sciences* , 1, 339. <https://doi.org/10.1007/s40430-019-1814-0>
- Gaelogoy, BM, Aryanto, I., & Dayera, D. (2023). Analisis Sistem Pendingin dengan Penambahan Pipa Kapiler menggunakan Refrigeran R32 .*Jurnal Crankshaft*, Vol.6, No. 3, Email: haridiaA@IngggrisP.ac.
- Jami, A., & Santoso, B. (2019). Desain sistem pendingin primer reaktor tiga pelat. *PRIMA-Aplikasi dan Rekayasa dalam Bidang Iptek Nuklir*, 16(1), 34-42.
- Julian, H., Rizqullah, H., Siahaan, MA, & Wenten, IG (2020). Kristalisasi gula menggunakan distilasi membran vakum terendam (SVMDC). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* , 58(6), 2368–2376. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04749-z>
- Mantelatto, PE (2008). Proses dan peralatan untuk kristalisasi gula dengan pendinginan terkendali (Nomor Paten US8475597B2). Dedini S/A Indústrias de Base. <https://patents.google.com/patent/US8475597B2/en>
- Morales, H., di Sciascio, F., Aguirre Zapata, E., & Amicarelli, A. (2024). Proses kristalisasi dalam industri gula: Pembahasan tentang dasar-dasar, praktik industri, pemodelan, estimasi, dan kontrol. *Food Engineering Reviews* , 16(3), 1-29. <https://doi.org/10.1007/s12393-024-09377-3>

- Osman, A., & Rajab, F. (2023). Menjelajahi pertumbuhan kristal gula yang dinamis: Model difusi volume dalam kondisi tidak stabil. *AIP Advances* , 13, 065102. <https://doi.org/10.1063/5.0153275>
- Sinergi Gula Nusantara. (2024). Satuan Kerja dan Produksi Gula Nasional. <https://sinergigula.com/unitkerja>
- Souza, DF, Silva, FM, Cardoso, KC, & Oliveira, ER (2019). Kristalisasi sukrosa: Pemodelan dan evaluasi respons produksi terhadap fluktuasi proses umum. *Jurnal Teknik Kimia Brasil* , 36(3), 1305–1324. <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20190363s20180240>