

Peningkatan Kinerja Water Flow-Cooling pada Chiller Thermo 5000 untuk Pengukuran yang Lebih Baik pada XRD FMIPA UNS

David Harjanto^a, Arifin Musthafa^b

^aLaboratorium Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta

^bLaboratorium Proses Produksi, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Corresponding Author: davidharjanto@staff.uns.ac.id

Received: 03th June 2025; Revised: 21th November 2025; Accepted: 04th January 2026;

Available online: 08th January 2026; Published regularly: January 2026

Abstract

This work was created with the aim of developing maintenance techniques for equipment, namely the X-Ray Diffractometer (XRD) brand/model D8 Advance Made by Bruker Germany, especially in the Water Flow/Cooling Water unit in the Integrated Laboratory of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret State University, Surakarta, which has not been available so far. The X-Ray Diffractometer (XRD) tool is currently widely used by students and researchers in understanding and studying the crystal structure of a material. To prevent water flow problems, it is very important to maintain and check the water cooling system regularly to ensure continued peak performance. As part of the filter cooling system in the Water Flow/Cooling Water chiller, it has a role in filtering particles that enter the hose that flows through the X-Ray tube to prevent overheating. The water flow sensor monitors the water flow in the X-Ray Diffractometer (XRD) cooling system, playing an important role in the redundant safety system of the XRD unit and supporting the accuracy and reliability of consistent XRD data. The XRD system is programmed to alert the operator and shut down the X-ray generator if the water flow rate drops below a safe threshold—below approximately 3.6 liters per minute (some machines have a two-stage shutdown process/some go into standby mode). Over time, the filter becomes contaminated with debris, which restricts the water flow to the X-ray Tube, resulting in inaccurate readings from the water flow sensor, which can lead to overheating and potential damage to the X-ray tube. The X-ray Diffractometer (XRD) cannot operate without the support of the Water Flow/Cooling Water system unit on the X-ray tube detector and X-ray generator. Therefore, a regular maintenance system is required by replacing several filters and replacing the water in the Flow/Cooling Water to ensure the equipment operates properly and the X-ray Generator has an optimal.

Keywords: Water Flow/Cooling Water, periodic maintenance system, optimal X-Ray Generator

Abstrak

Karya ini dibuat bertujuan untuk mengembangkan teknik perawatan atau pemeliharaan suatu peralatan yaitu X-Ray Diffractometer (XRD) merk/model D8 Advance Buatan Bruker Germany khususnya pada bagian unit Water Flow/Cooling Water yang ada di Laboratorium Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta yang selama ini belum ada. Alat X-Ray Diffractometer (XRD) saat ini banyak digunakan mahasiswa maupun peneliti dalam memahami dan mempelajari struktur kristal suatu material. Untuk mencegah masalah aliran air, sangat penting untuk merawat dan memeriksa sistem pendingin air secara berkala guna memastikan kinerja puncak yang berkelanjutan. Sebagai bagian dari sistem pendingin filter pada chiller Water Flow/Cooling Water memiliki peran menyaring partikel yang masuk ke selang yang mengalirkan melalui tabung Sinar-X guna mencegah panas berlebih. Sensor aliran air memantau aliran air pada sistem pendingin X-Ray Diffractometer (XRD) berperan penting dalam sistem keselamatan redundan unit XRD dan mendukung akurasi serta keandalan data XRD yang konsisten. Sistem XRD diprogram untuk memperingatkan operator dan mematikan pembangkitan Sinar-X jika terjadi penurunan laju aliran air di bawah ambang batas

aman—di bawah sekitar 3,6 liter per menit (beberapa mesin memiliki proses penghentian dua tahap/beberapa masuk ke mode siaga). Seiring waktu, filter terkontaminasi dengan serpihan, yang membatasi aliran air ke Tabung Sinar-X, sehingga menghasilkan pembacaan yang tidak akurat dari sensor aliran air, yang dapat menyebabkan panas berlebih dan potensi kerusakan pada tabung sinar-X. Alat X-Ray Diffractometer (XRD) tidak bisa beroperasi tanpa didukung dengan perangkat unit sistem Water Flow/Cooling Water pada detektor X-Ray tube dan generator X-Ray. Maka diperlukan sistem perawatan atau pemeliharaan berkala dengan melakukan penggantian beberapa filter dan penggantian air pada Flow/Cooling Water agar peralatan tersebut dapat beroperasi dengan baik sehingga masa hidup Generator X-Ray optimal.

Kata Kunci: Water Flow/Cooling Water, sistem pemeliharaan berkala, Generator X-Ray optimal.

PENDAHULUAN

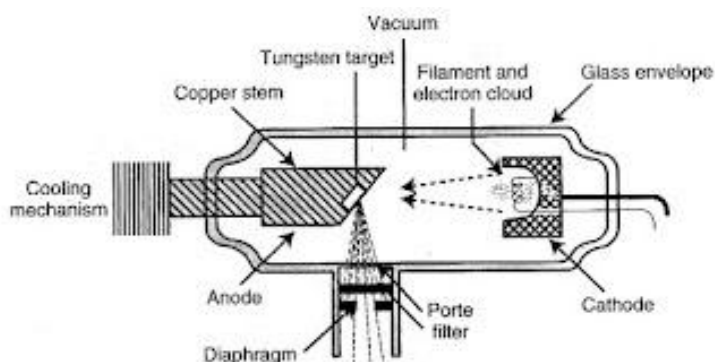
Penelitian bidang material-maju (*advanced material*) berkembang sangat cepat di Indonesia. Penelitian yang saat ini sedang dikembangkan antara lain meliputi: material komposit, material nanopartikel, material superkonduktor, material energi terbarukan, material magnetik, lapisan tipis dan material membran. Maka dari itu diperlukan berupa peralatan yang dapat menentukan struktur kristal material yaitu dengan metode difraksi sinar-X. Hal ini mengingat suatu material memiliki struktur kristal tertentu dan spesifik. Sehingga piranti XRD ini menjadi salah satu piranti pendukung utama untuk justifikasi keberhasilan sintesis suatu material. Mengingat hal tersebut, piranti XRD banyak dimiliki suatu Perguruan Tinggi atau Institusi Penelitian di Indonesia dengan beragam kondisi lingkungan beroperasinya piranti XRD tersebut.

Karakterisasi XRD (X-Ray Diffraction) dilakukan untuk menganalisis fase dan mengetahui struktur kristal dan derajat kekristalan dari material yang dihasilkan. Analisis kristal menggunakan difraktometer sinar-X yang dilengkapi dengan pencacah radiasi untuk mencatat sudut dan intensitas difraksi. Sebuah *recorder* mencatat plot berkas difraksi pada rentang sudut 2–theta.

Proses terjadinya Sinar X pada tabung diode ada katoda (filamen) yang dipanasi lebih dari 20.000°C sampai menyala dengan menghantarkan listrik yang berasal dari transformator. Karena efek Joule maka terjadi panas dan berada dalam tabung vakum maka elektron-elektron dari katoda (filamen) yang bermuatan negatif akan lepas dari katoda. Karena adanya tegangan tinggi maka elektron-elektron tersebut dipercepat gerakannya menuju anoda (target). Anoda bermuatan positif yang terdiri dari target bagian anoda yang dipancarkan oleh aliran elektron terfokus yang berasal dari katoda dan elektron-elektron mendadak dihentikan pada anoda (target) sehingga terbentuk panas 99% dan sinar-X 1%. Mengingat 99% berubah panas, maka sistem pendingin anoda sangat diperlukan dalam tabung sinar-X. Kemudian sinar X tersebut dikeluarkan melalui windows tabung. Proses terjadinya sinar X dapat dilihat pada Gambar 1.

Dalam penelitian ini saya mencoba melakukan tindakan cara mengganti filter Flow/Cooling Water yang sudah terlihat berubah warna/kotor, disini juga terlihat sirkulasi udara pada unit chiller terasa panas dan level air terlihat cepat turun dilevel minimum serta perangkat komputer pada *software* D8Tool Water Flow/Cooling Water tampak awal runing sampai akhir runing selisih angka yang signifikan dari 4,40 lpm ke 3,58 lpm. Angka 3,50 lpm merupakan batas minimum pada unit Chiller bila Flow/Cooling Water sudah mendekati 3,50 lpm maka segera ganti filter ada air supaya tidak terjadi CutOff pada generator X-Ray yang mengakibatkan X-Ray Tube tidak beroperasi/Off. Dengan melakukan penggantian filter dan pengosongan air pada selang input dan output pada ke X-Ray Tube perlu di keluarkan supaya sisa air sebelumnya tergantikan dengan air yang baru, tindakan tersebut dilakukan supaya indicator air pada *software* control D8Tool Water Flow/Cooling Water naik ke level aman yaitu 4,40 lpm (*Liter per menit*) sehingga X-Ray Tube on dan ready kembali. Bahwa metode pengosongan air pada selang input dan output pada X-Ray Tube suatu kebaharuan dari penelitian ini sebab di dalam SOP perawatan hanya diperintahkan penggantian filter pada Water Flow/ Cooling Water bila terjadi sirkulasi air pada *software* D8Tool turun di bawah 4,00 lpm.

Pengembangan Kinerja Peralatan yang ada saat ini khususnya di laboratorium Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta ada sejak tahun 2010 dan sampai sekarang masih beroperasi. Hal ini tidak terlepas dari sistem pengelolaan Laboratorium (Laboratory Management) yang mampu mengembangkan kinerja dan perawatan peralatan secara berkala khususnya X-Ray Diffraction (XRD). Adapun X-Ray Diffraction (XRD) yang ada di laboratorium Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta yaitu Unit X-Ray Diffraction (XRD) merk/model D8 Advance Buatan Bruker Germany beroperasi pada High Voltage 40KV dan Current Source 40mA dengan adapun unit X-Ray Diffraction (XRD) tersebut juga didukung dengan unit Water Flow/Cooling Water, unit UPS, dan perangkat Komputer sebagai perangkat perintah bekerjanya



Gambar 1. Diagram skematik terjadinya sinar-x.

Unit X-Ray Diffraction (XRD). yang diuraikan pada karya ini terkait unit Water Flow/Cooling Water. Prinsip dan fungsi dari Water Flow/Cooling Water adalah memanfaatkan sistem refrigerasi kompresi uap, tetapi tidak langsung mendinginkan udara. Water Flow/Cooling Water akan bekerja mendinginkan media air lalu dialirkan ke AHU (Air Handling Unit) dan FCU (Fan Coil Unit). *AHU (Air Handling Unit)* mengkondisikan dan mendistribusikan udara ke seluruh ruang tabung Water Flow/Cooling Water, sedangkan *FCU (Fan Coil Unit)* hanya mengkondisikan udara di ruang dan menghilangkan panas fluida pada tabung Water Flow/Cooling Water dengan- mempertahankan suhu supaya pada kondisi stabil di 20° Celsius.

Tujuan karya ini dibuat adalah bisa digunakan sebagai acuan dalam melakukan perawatan dan pemelihara alat X-Ray Diffractometer (XRD) D8 Advance Bruker khususnya pada unit Chiller yang ada di Laboratorium Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dengan mengontrol *software* D8Tool Water Flow/Cooling Water pada perangkat komputer operator agar tidak turun di angka 3,50 lpm, karena angka 3,50 lpm merupakan batas minimum pada unit Chiller bila Flow/Cooling Water bila sudah ke angka 3,50 lpm terjadi CutOff pada pada generator X-Ray yang mengakibatkan X-Ray Tube tidak beroperasi/Off. Maka sebelum Water Flow/Cooling Water ke angka 3,50 lpm perlu melakukan penggantian filter dan penggosongan selang saluran yang ke *X-Ray Tube* perlu di dikeluarkan supaya sisa air sebelumnya tergantikan dengan air yang baru air tindakan tersebut dilakukan supaya indicator air pada *software* control D8Tool Water Flow/Cooling Water naik ke level aman yaitu 4,40 lpm (*Liter per menit*) sehingga *X-Ray Tube* on dan ready kembali.

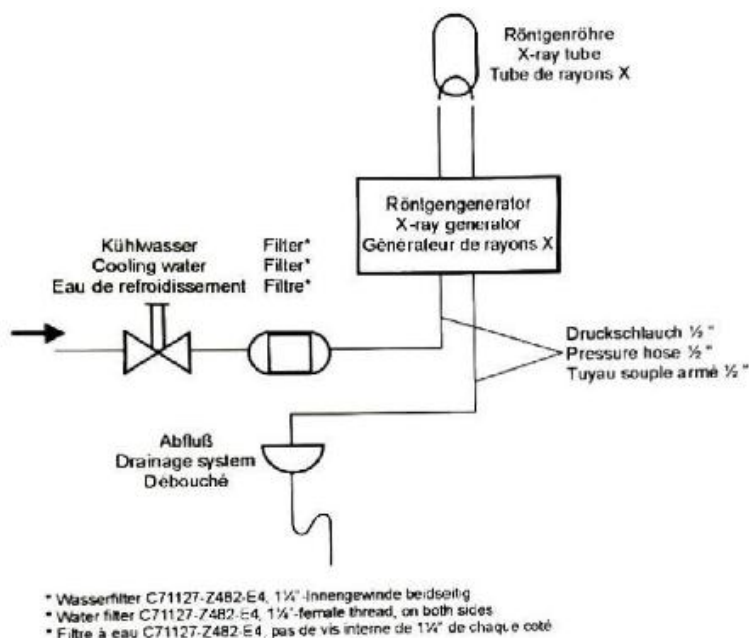
BAHAN DAN METODE

Bahan dan metode yang kami lakukan dalam mengatasi dan menjaga agar sirkulasi air yang masuk pada X-Ray Tube stabil di level 4,40 lpm yaitu tabung filter yang dalamnya berbentuk silinder dan berbahan plastik dan benang nilon sedangkan metode yang kami lakukan dengan melepas tabung filter

dan membersihkan serta mengganti filter dan melepas selang in dan out pada X-Ray tube menggosongkan air yang terdapat pada selang. Tentunya dalam melakukan metode tersebut semua unit dalam keadaan Off.

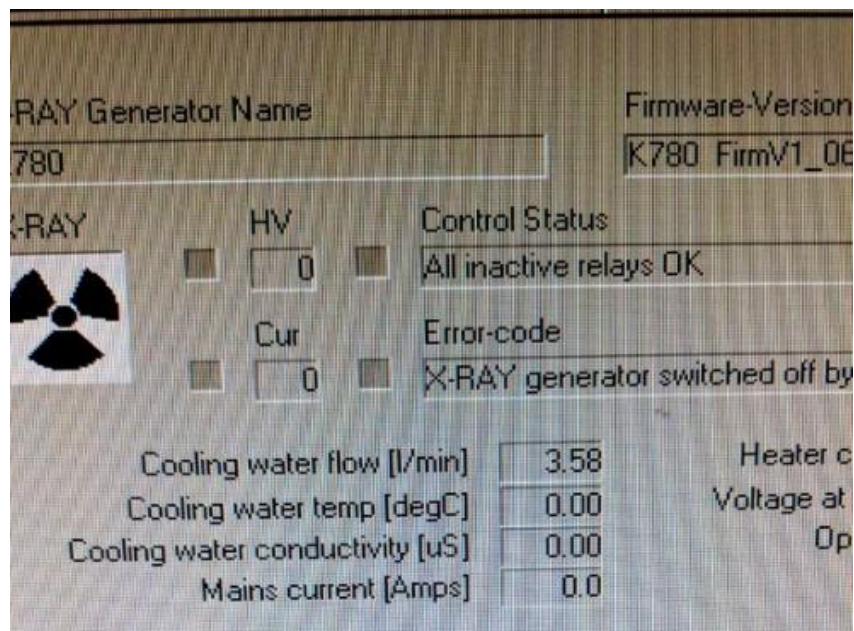
HASIL DAN PEMBAHASAN

Water Flow/Cooling Water adalah suatu alat pendukung dari unit X-Ray Diffractometer (XRD) yang bekerja yang bekerja berdasarkan perputaran/sirkulasi air berfungsi untuk pendinginan pada detector X-Ray tube dan generator X-Ray. Adapun Supply Water Flow/Cooling Water dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram skematik sistem cooler XRD

Dari Gambar 2 ada beberapa filter terpasang dengan fungsi untuk mencegah kotoran/ partikel masuk pada selang yang menuju *flow sensor* dan *sprayer tube head*. Unit *Water Flow/Cooling Water* sudah diseting minimum pada putaran air di 3,50 lpm (liter/menit) sebagai batas alarm, yang mana generator X-Ray akan mati jika menyentuh diangka tersebut. Selain itu ada Batasan warning yakni 3,50 lpm < x < 4 lpm alarm indicator menyala merah terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan *Water Flow/Cooling Water Chiller XRD*

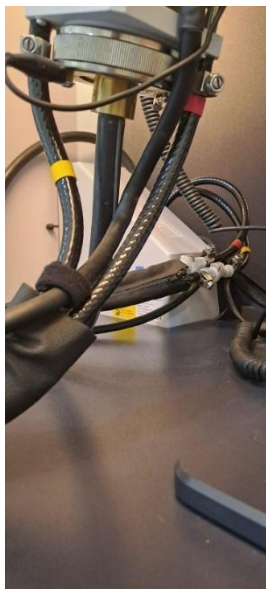
Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

Bersihkan filter pada tabung chiller bila kotor bersihkan dengan air kran dan bilas dengan air aquades. Kemudian bersihkan tabung chiller menggunakan sepon halus dan bilas dengan air aquades. Bila filter yang menuju ke flow sensor kotor ganti dengan yang baru lihat Gambar 4.



Gambar 4. Dua tipe filter air dalam sistem pendingan XRD

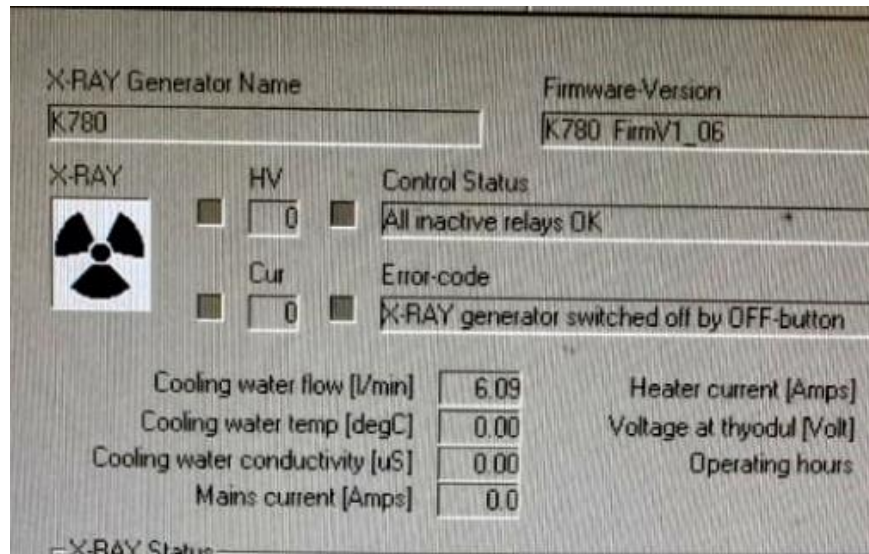
Lakukan Bypass dengan melepas selang yang menuju ke tube head terlihat selang pada posisi sebelum di Bypass lihat Gambar 5. Dan posisi setelah di Bypass lihat Gambar 6. Indikator Cooling Water naik ke 6.09 lpm menandakan sensor flow keadaan baik lihat Gambar 5.



Gambar 5. Posisi selang sebelum di Baypass



Gambar 6. Posisi Selang setelah di Baypass



Gambar 7. Tampilan monitor saat selang posisi Baypass

Kosongkan isi air pada selang yang menuju tube head dengan menekan ke dua ujung konektor pada selang berlabel kuning dan merah lihat Gambar 8.



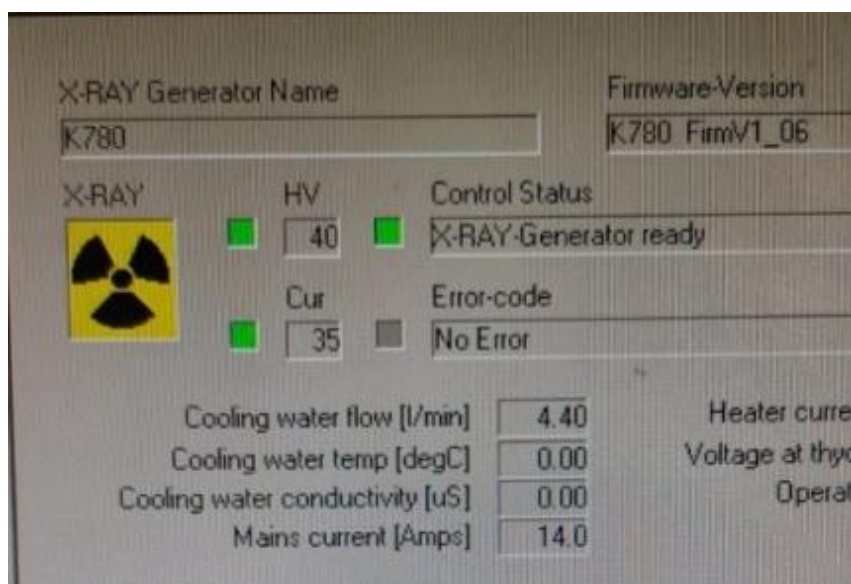
Gambar 8. Pengosongan air pada selang Tube Head

Isi tabung Chiller menggunakan air aquades dengan spesifikasi pH7/netral, sesuaikan isi air pada tabung dengan melihat indikator volume air (tanda panah) suhu air pada unit cooling water akan terjaga di 20° Celsius terlihat pada gambar 9.



Gambar. 9 Indikator volume air pada unit cooling water

Fungsi dan kegunaan Water Flow/Cooling Water sebagai pendinginan pada anoda karena mendapat energi gelombang panas yang dipancarkan oleh katoda dari tabung tube X-Ray dengan kecepatan tinggi sehingga diperlukan pendinginan pada suhu 20°Celsius pada area tabung *tube head*. Pada umumnya pendinginan yang digunakan menggunakan air tetapi khusus unit Water Flow/Cooling Water menggunakan air yang tidak mengandung kandungan logam atau anion, maka dipakai air aquades dengan pH7 atau netral supaya pada area filter selang dan tabung pada Water Flow/Cooling Water berkerak karena adanya kandungan logam atau anion. Dengan melakukan langkah – langkah tersebut menjadikan Water Flow/Cooling Water mencapai ≥ 4 lpm terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Indikator Water Flow/Cooling Water mencapai 4,40 lpm

Tabel 1. Indikator Cooling Water flow

No	Indikator Cooling water flow	High Voltage X-Ray	Status	Keterangan
1	3,58 lpm (liter per menit)	warna merah	Tidak aman	Perlu pengecekan selang pada X-Ray tube dan penggantian filter
2	6,09 lpm (liter per menit)	tidak nyala	-	Pengecekan sensor water flow berfungsi baik sesuai dengan manual alat
3	4,40 lpm (liter per menit)	warna hijau	Aman	Sirkulasi air yang masuk pada X-Ray Tube sesuai dengan manual alat

KESIMPULAN

Simpulan metode yang kami lakukan yaitu perlu penggantian filter dan air pada chiller serta penggosongan air pada selang X-Ray tube bila tampilan pada *software* control D8Tool Water Flow/Cooling Water menunjukkan level 3,58 lpm (liter per menit) pada level tersebut mengindikasikan bahwa X-Ray Tube keadaan tidak aman karena sirkulasi air yang masuk pada X-Ray Tube tidak sesuai dengan manual alat, yang mana indikator level aman di level 4,00 lpm (liter per menit). Maka perlu dilakukan penggantian filter dan air pada chiller serta penggosongan air pada selang X-Ray Tube supaya sirkulasi air bisa naik di level 4,00 lpm (liter per menit).

Saran bila Alat *X-Ray Diffractometer (XRD)* merk *D8 Advance Bruker* dan tidak Chiller Water Flow/Cooling Water merk *Thermo Flax 5000* bila ada kendala X-Ray tidak menyala maka solusi paling mudah lakukan pengecekan dan penggantian filter dan penggosongan air pada selang X-Ray tube. Dengan melakukan metode tersebut secara berkala setidaknya X-Ray dalam keadaan aman sehingga alat XRD dan Chiller dapat beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Introductory User Manual Cooling Water Supply Thermo Flax5000*
Introductory User Manual D8 Advance Bruker X-ray Diffractometer
 Subaer, (2015). *Pengantar Fisika Geopolimer*. Jakarta: DP2M Dikti.
 Nursanto, Edy., Idrus, Arifuddin., Amijaya, Hendra., Pramumijoyo, Subagyo,. (2011). Keterdapatan dan tipe mineral batubara serta metode analisisnya. *Jurnal teknologi Technoscientia*. ISSN: 1979-8415. <https://waterchillers.com/blog/industrial-chiller-maintenance-preventative-checklist/>
 Pratapa, S. (2009). Difraksi Sinar-X untuk Sidikjari dalam Analisis Nanostruktur. Prosiding Seminar Nasional Hamburan Neutron Dan Sinar-X Ke 7, 1–5. <https://digilib.batan.go.id/ppin/katalog/file/1410-7686-2009-1-0011.pdf>
 Munasir, Triwikantoro, M. Zainuri, & Darminto. (2012). Uji XRD Dan Xrf Pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO₃ DAN SiO₂). *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(1), 20–29.
 A. Bunaciu, E. gabriela Udriștioiu, dan H. Y. Aboul-Enein (2015), “X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications,” *Crit. Rev. Anal. Chem.*, vol. 45, no. 4, hlm. 289–299
 Danang Dwi Wicaksono, Nugroho Imam Setiawan, Wahyu Wilopo, & Agung Harijoko. (2017). *Teknik Preparasi Sampel dalam Analisis Mineralogi dengan XRD (X-Ray Diffraction) di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Proceeding Seminar Nasional Kebumihan Ke-10 “Peran Penelitian Ilmu Kebumihan Dalam Pembangunan Infrastruktur Di Indonesia,” 1864–1880.*

- D. Wulansari, L. D. Setijadji, dan I. W. Warmada (2016), “Karakterisasi Kandungan Mineral Dalam Bauksit Dengan Metode Xrd Semi-Kuantitatif Di Kawasan Tambang Tayan, Kalimantan Barat,” *Proceeing Semin. Nas. Kebumian*, hlm. 612–623
- Nursanto, Edy., Idrus, Arifuddin., Amijaya, Hendra., Pramumijoyo, Subagyo., (2011). *Ketersediaan dan tipe mineral batubara serta metode analisisnya*. Jurnal teknologi Technoscientia. ISSN: 1979-8415.
- Widyawati, N. (2012). *Analisa Pengaruh Heating Rate terhadap tingkat Kristal dan Ukuran Butir Lapisan BZT yang Ditumbuhkan dengan Metode Sol Gel*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- L. Silvia, & M. Zainuri (2020). “Analisis Silika (SiO_2) Hasil Kopresipitasi Berbasis Bahan Alam menggunakan Uji XRF dan XRD”. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, vol. 16, no. 1, pp. 12–17
- D. E. Humarli, M. Anas, & V. H. R Mongkito (2020). “Efek Variasi Temperatur Kalsinasi Terhadap Kandungan Senyawa Silika dari Lumpur Teluk Kendari dengan Menggunakan X-Ray Flouescence (XRF)”. Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika , vol. 5, no. 4, pp. 346–350.
- N. A. Metungku dan D. Darwis (2017), “Pemurniaan Dan Karakterisasi Senyawa SiO_2 Berbasis Pasir Kuarsa Dari Desa Pendolo Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso,” *Gravitasi*, vol. 16, no. 1, hlm. 39–43
- Pratapa, S. (2009). *Difraksi Sinar-X untuk Sidikjari dalam Analisis Nanostruktur*. *Prosiding Seminar Nasional Hamburan Neutron Dan Sinar-X Ke 7*, 1–5. [https://digilib.batan.go.id/ppin/kata log/file/1410-7686-2009-1- 0011.pdf](https://digilib.batan.go.id/ppin/kata%20log/file/1410-7686-2009-1-0011.pdf)
- Hastuti, E. (2011). “Analisa Difraksi Sinar X TiO_2 Dalam Penyiapan Bahan Sel Surya Tersensitisasi Pewarna” [https://doi.org/https://doi.org/10.18 860/neu.v0i0.2416](https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2416)