



Pemanfaatan Model 3D Printing Pada Materi Ikatan Kimia

Alfin 

Prodi Tadris Kimia, Institut Agama Islam Negeri Syekh Nurjati Cirebon, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Revised June 11, 2022

Accepted June 05, 2022

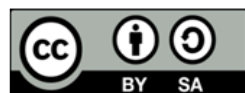
Available online June 25, 2022

Kata Kunci:

3D Printing, Ikatan Kimia, Pendidikan Kimia.

Keywords:

3D Printing, Ionic Bond, Chemical education.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2022 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Representasi 2D memiliki keterbatasan dalam proses pembelajarannya, karena dalam representasi dalam dimensi ini memiliki kekurangan yang fatal. Keterbatasan dalam projek 2D ini mengajak peserta didik untuk memahami bentuk ikatan yang terjadi dalam pikiran mereka saja. Karena manusia memiliki indra peraba atau taktil sebagai indra terbesar yang dimiliki manusia, representasi 2D tidak dapat dirasakan oleh indra tersebut. Metodologi yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode Systematic Literature Review (SLR) Dengan pemanfaatan model 3D pada bidang pendidikan Kimia, yang akan membantu para peserta untuk memahami baik dari segi konektivitas dan bentuk ikatan yang terbentuk sesuai notasi VSEPR maupun bentuk molekulnya. Pembuatan model 3D secara digital dibantu dengan perangkat lunak CAD dan menjadi file STL untuk mengubah atau mencetak model 3D dengan teknologi FDM (fused deposition modelling) dari model CAD dengan satuan file STL, dengan bahan yang dipakai berupa filamen termoplastik, bahan ini digunakan dengan cara dipanaskan hingga meleleh dan akan mendingin dan mengeras sesuai bentuk model yang diinginkan file STL. Tujuan dari laporan pemanfaatan model 3D ini untuk memahami fenomena kimia yang seharusnya secara mikroskopis agar pemahaman semakin meningkat dan memanfaatkan cetakan 3D ke dalam kelas Kimia.

ABSTRACT

2D representation has limitations in the learning process, because representation in this dimension has fatal flaws. The limitation of this 2D project is that it invites students to understand the forms of bonding that occur only in their minds. Because humans have a sense of touch or tactile as the largest sense that humans have, 2D representations cannot be felt by these senses. The methodology used in this study is the Systematic Literature Review (SLR) method with the use of 3D models in the field of chemistry education, which will help participants to understand both in terms of connectivity and the shape of the bonds formed according to VSEPR notation and the shape of the molecule. Making 3D models digitally assisted with CAD software and becoming STL files to change or print 3D models with FDM (fused deposition modeling) technology from CAD models with STL file units, with the material used being thermoplastic filaments, this material is used by heating until it melts and will cool and harden according to the desired shape of the STL file model. The purpose of this report on the use of 3D models is to understand chemical phenomena that should be microscopically so that understanding can increase and utilize 3D printing in the Chemistry class.

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan proses dalam suatu peristiwa yang memiliki tujuan untuk membantu proses belajar para siswa yang memiliki rangkaian peristiwa atau di rancang sehingga mempengaruhi proses belajar, Kimia adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang paling penting dan telah dianggap sebagai sangat abstrak, subjek yang kompleks dan sulit untuk sekolah menengah dan perguruan tinggi siswa. Ikatan kimia adalah salah satu topik yang paling penting dan merupakan konsep kunci dalam kurikulum kimia tingkat sekolah, perguruan tinggi dan universitas. Ada beberapa penerapan dari

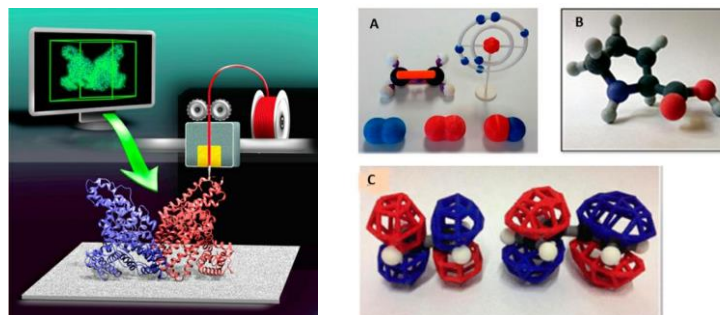
pembelajaran untuk mendukung pembelajaran kimia pada **gambar 2**, Model interaktif cetak 3D dari Model atom Bohr, polaritas ikatan, dan hibridisasi adalah alat pembelajaran yang bagus bagi siswa untuk menjelajahi atom teori. Model 3D juga telah digunakan untuk mengajarkan orbital teori serta teori VSEPR di kelas dan laboratorium. Mengembangkannya secara sederhana protokol untuk mengubah model kimia menjadi objek kehidupan nyata, dan model molekul cetak 3D secara efektif digunakan dalam mempelajari struktur 3D molekul kimia. Penggunaan Model cetak 3D dalam pengajaran simetri dan grup titik teori terbukti sangat membantu untuk memahami kimia ini konsep.

Memahami ikatan kimia adalah hal yang dasar dan penting untuk pemahaman, hampir setiap topik dalam kimia, dari reaktivitas dalam kimia organik hingga spektroskopi dalam kimia analitik, karena berkaitan dengan kombinasi partikel, dan sifat ikatan antar partikel dapat digunakan untuk merasionalkan sifat kimia dan sifat fisik zat. Ikatan adalah kekuatan daya tarik yang menahan spesies kimia bersama-sama dalam zat. Kekuatan-kekuatan ini adalah hasil dari atraksi antara spesies dengan listrik yang berlawanan (positif dan negatif) muatan, seperti ion, inti atom, dan elektron. Dengan kemajuan kimia dan sintesis bahan baru, serta pemahaman yang lebih baik tentang zat alami, sifat ikatan dalam zat menjadi kurang mudah didefinisikan. Dengan meningkatnya pengetahuan tentang kimia makromolekul, molekul inang-tamu dan interaksi "non-kovalen", sifat obligasi menjadi lebih bermasalah. Dalam memahami harus dikembangkan melalui model yang beragam, bervariasi dari analogis sederhana hingga model abstrak canggih yang dimiliki kompleksitas matematika dengan berbagai representasi simbolik. Dengan menerapkan model 3D printer tentunya akan mempermudah siswa dalam memahami ikatan kimia secara visual dan nyata.

Pencetakan 3D adalah proses pembuatan aditif modern yang dapat mengatasi keterbatasan tradisional tersebut di atas konstruksi model molekuler. Dalam pencetakan 3D, objek dibangun dari serangkaian lapisan penampang yang menyatu. Prosesnya adalah aditif, menghasilkan desain dan produksi minimal pembatasan; bentuk one-piece yang indah dapat dengan mudah diproduksi dengan pencetakan 3D. Ini berbeda langsung dengan subtraktif teknik di mana objek dipahat dari bahan padat. Ada berbagai teknologi pencetakan 3D yang berbeda dan bahan yang tersedia. Misalnya, beberapa printer 3D termoplastik atau resin UV untuk masing-masing lapisan, sedangkan printer 3D lainnya memadukan partikel bubuk komposit menjadi satu melalui penggunaan pengikat cair atau laser. Bagi yang berminat membaca, Panduan Seluruh Dunia Castle Island untuk Rapid Prototyping dan *Make Magazine's Ultimate Guide to 3D Printing* memberikan pengantar yang baik untuk teknologi pencetakan 3D saat ini.

Representasi 2D memiliki keterbatasan serius. Alih-alih membuat konsep ikatan yang digunakan untuk mempermudah pemahaman malah membuat siswa bingung dengan gambar 2D. Keterbatasan dua dimensi yang digambarkan pada secarik kertas pada bentuk molekul yang terbentuk dari ikatan tersebut mengalami kesulitan untuk mengetahui bentuk dari ikatannya, dalam prediksi bentuknya biasanya dapat menggunakan notasi VSEPR. Selain itu keterbatasan gambar 2D, jika siswa kesulitan memahami nama bentuk dari ikatan yang terbentuk secara gambaran atau deskripsi. Misalnya, elektron kulit valensi pasangan tolakan (VSEPR) teori, sering diajarkan dalam pengantar mata kuliah kimia sebagai model untuk memprediksi molekul geometri berdasarkan susunan pasangan elektron disekitarnya atom pusat, siswa dituntut untuk memiliki kemampuan mengambil representasi 2D pada halaman dan mengubahnya menjadi objek 3D dalam pikiran mereka.

Banyak jenis model telah digunakan untuk membantu memvisualisasikan bentuk diprediksi oleh teori VSEPR, termasuk: animasi komputer, perangkat layar sentuh, komputasi laboratorium, berbagai bahan untuk membangun model termasuk spidol papan tulis, manik-manik dan batang, pengait jepret dan lateks tabung, magnet melingkar, magnet batang dan bola styrofoam, pohon meriah, bola styrofoam dengan strip Velcro, dan plastik bola dunia, model tanah liat dan kit layang-layang. Teknologi pencetakan 3D telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, dengan 3D. Model tercetak diterapkan pada pengajaran berbagai macam topik dalam pendidikan kimia. Baru baru ini pengembangan teknologi pencetakan 3D adalah genggam 3D pena cetak, perangkat yang mengekstrusi plastik panas dengan kecepatan konstan pada suatu titik dalam ruang tiga dimensi yang ditentukan oleh operator. Menerapkan teknologi ini dalam pengajaran geometri molekul berpotensi menjadi cara yang berharga untuk meningkatkan pemahaman siswa struktur molekul dengan menambahkan dimensi ketiga ke kemampuan siswa untuk menggambar molekul.



gambar 1&2 (gambar 1 teknologi printer 3D), (gambar 2. 2a,2b,2c, model atom bohr, model polaritas ikatan dan model orbital molekul etana 1,3 butadiene) Dicetak ulang dengan izin dari ref 20. Hak Cipta 2015 American Chemical Society.

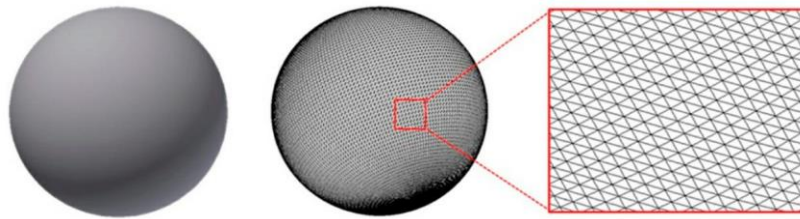
Tiga dimensi printing adalah proses untuk pembuatan objek 3D dari data dalam file digital. 3D percetakan sudah ada sejak awal 1980-an dan baru-baru ini mendapatkan banyak popularitas di industri dan akademisi. Sudah mengubah setiap bidang pembelajaran dan telah disebut "revolusi industri ketiga". Dalam proses ini, desain virtual objek diasimilasi sebagai file digital menggunakan bantuan komputer perangkat lunak desain (CAD). Perangkat lunak ini mengiris digital file objek menjadi ratusan atau ribuan layer. Itu printer mengikuti model irisan dan mencetak objek dengan menambahkan berturut-turut lapisan bahan cetak di atas yang lain sampai model selesai.

2. METODE

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian systematic literature review dengan menggunakan sumber jurnal dan data yang dihasilkan berupa studi pustaka Kajian Literatur Sistematis Pemanfaatan 3D Printing pada Ikatan kimia. Banyak penelitian sekarang sedang dilakukan untuk memanfaatkan model 3D pada beberapa bidang contohnya kimia. Oleh karena itu, diperlukan review artikel jurnal yang membahas tentang model cetak 3D Systematic Literature Review (SLR) makalah jurnal yang diterbitkan dari 2014 hingga 2021 adalah metodologi penelitian yang diadopsi dalam penelitian ini. Systematic Literature Review (SLR) merupakan istilah suatu cara identifikasi, evaluasi, dan interpretasi semua ketersediaan penelitian yang relevan terhadap rumusan masalah atau area topik yang diteliti. (Calderon and Ruiz 2015). Systematic Literature Review (SLR) didefinisikan sebagai proses mengidentifikasi, menilai dan menafsirkan semua bukti penelitian yang tersedia dengan tujuan untuk menyediakan jawaban untuk pertanyaan penelitian secara spesifik (Kitchenham et al., 2009).

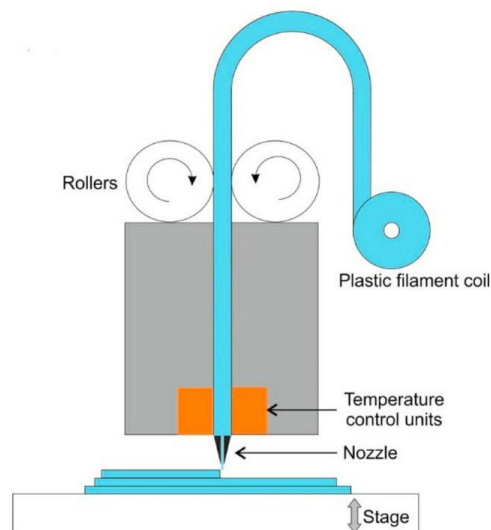
3. HASIL

Printer 3D, atau lebih tepatnya perangkat lunak yang mengoperasikannya, memerlukan format file tertentu dari model digital. Format yang umum diterima oleh banyak paket perangkat lunak pencetakan 3D adalah stereolitografi, atau format STL. File STL adalah 3D berkelanjutan representasi permukaan terdiri dari banyak segitiga. File STL digunakan oleh perangkat lunak printer 3D untuk membuat file build final untuk pencetak. Pembuatan file berisi koordinat xyz instruksi (yaitu, jalur alat) untuk setiap lapisan objek, termasuk petunjuk untuk menggunakan bahan pendukung sementara. Untuk memanfaatkan printer 3D, pengguna harus terlebih dahulu membuat file desain berbantuan komputer (CAD) dari objek yang diinginkan mereka untuk dicetak. Ini dapat dicapai dalam berbagai program perangkat lunak CAD yang tersedia secara umum, seperti AutoDesk, TinkerCad, AutoCAD, SolidWorks, Blender, 3D Slash, dan masih banyak lagi. **Gambar 3** contoh contoh model CAD sederhana dari bola. Setelah selesai, gambar dapat diubah menjadi jenis file yang dapat dicetak, seperti file STL (Stereo Lithography, atau Standard Triangle Language). Untuk melakukan operasi ini di AutoDesk, di bawah File pilih Ekspor, lalu format CAD, dan STL adalah jenis file standar yang digunakan mengkomunikasikan data antara perangkat lunak CAD dan printer 3D, meskipun file VRML (Virtual Reality Modelling Language) juga sekarang umum untuk mencetak model dengan informasi warna. File tersebut kemudian dapat dikirimkan ke printer 3D, yang akan menafsirkan file dan mulai membangun objek. Bahan kimia peneliti pendidikan kini telah menerbitkan berbagai metode untuk mengonversi model komputer tiga dimensi yang begitu rumit struktur kimia sebagai molekul organik dan protein ke dalam format file yang dapat dicetak.



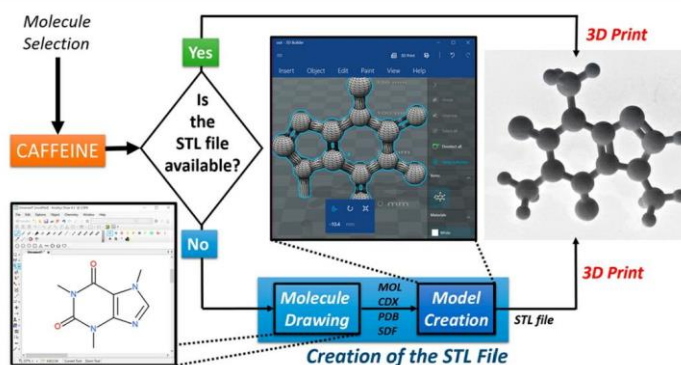
gambar 3. contoh ; bola model CAD

Informasi dalam file STL. Objek bulat, di sebelah kiri dibuat dalam program CAD dan disimpan sebagai file STL. Informasi yang ditampilkan dalam file STL ditampilkan untuk objek yang sama di sebelah kanan. Tampilan yang diperbesar menunjukkan permukaan objek yang ditriangulasi. Setiap titik sudut segitiga adalah disimpan sebagai koordinat khusus untuk objek di file .STL. Ini adalah koordinat yang dikirimkan ke printer untuk pembuatan. Pada prosesnya ekstruder menggunakan rol untuk mendorong untaian filamen. Filamen ini berasal dari plastik yang dipanaskan hingga mencapai suhu transisi kaca dan mencair, pemanasan termoplastik terjadi dalam nosel (nozzle) dan akan mendingin dan mengeras setelah selang interval waktu tertentu. Nosel akan terus bergerak pada proses pembuatan sesuai sketsa 3D pada model CAD untuk mencetak satu lapisan ke lapisan lain. Printer FDM (fused deposition modelling) memiliki kompleksibilitas yang tinggi, printer ini mampu menggabungkan beberapa filamen plastik dengan warna berbeda dalam satu cetakan. Teknologi ini sangat memungkinkan pengguna membuat objek dengan berbagai warna yang juga dapat diterapkan pada pelajaran kimia terutama pada ikatan kimia dengan kode warna yang berguna membedakan atau mengidentifikasi sifat.



gambar 4. printer FDM (Fused Deposition Modelling) Dicitak ulang dengan izin dari ref 3. Hak Cipta 2014 American Chemical Society.

Dalam membuat sketsa 3D STL sendiri dapat menggunakan file MOL dengan software diantaranya *ChemDraw26* atau yang dapat diakses secara gratis seperti *Draw Biovia* dan kemudian pembuatan file STL dapat digunakan bebas. Di awali menggambar secara 2D pada software yang disebut, dan kembali mengkreasikan modelnya secara 3D dengan STL file. Urutan pembuatannya dapat dilihat seperti pada **gambar 5.**



gambar 5. protokol projek pembuatan model 3D

Penggunaan model 3D nyata untuk alat pengajaran adalah pendekatan yang diterima secara historis untuk meningkatkan pemahaman berbagai konsep kimia yang sulit dipahami, atau mungkin abstrak bagi siswa. pendidik telah memperhatikan bahwa pemahaman siswa adalah tergantung pada kemampuan mereka untuk memvisualisasikan hubungan spasial dalam berbagai struktur dan model. Para peneliti menunjukkan bahwa model 3D nyata sangat kuat untuk berlatih penalaran visuospasial jika dibandingkan dengan representasi 2D klasik yang menuntut siswa untuk paham sudut ikatan, konektivitas dan bentuk molekul yang tidak intuitif. Model cetak 3D ini saat ini digunakan untuk mengajar kelompok bidang simetri dan titik di tingkat atas kelas kimia anorganik. Meskipun pencetakan 3D mengatasi banyak keterbatasan teknik fabrikasi tradisional, salah satu batasan potensial dengan molekul cetak 3D adalah ketidakmampuan siswa untuk belajar dari perakitan model sendiri. Siswa hanya mampu memanipulasi model *postassembly* sebagai *one-piece units*. Akibatnya, pembelajaran taktil mungkin dibatasi menggunakan model *one-piece*. Namun, saya yakin manfaat memperkenalkan model unik struktur kimia yang tidak dapat dengan mudah dibangun dengan kit model molekuler atau teknik fabrikasi lainnya lebih besar daripada potensi keterbatasan pembelajaran taktil. Kombinasi kit model satu bagian dan model satu bagian yang dicetak 3D juga dapat digunakan untuk menghindari batasan ini.

4. KESIMPULAN

Printer 3D mampu membuat peserta didik memahami tentang apa yang terbentuk dari ikatan yang terjadi secara makroskopis, karena siswa bergantung pada kemampuan visuospasialis atau kemampuan dalam memvisualisasikan hubungan spasial dalam berbagai bentuk struktur dan modelnya. Pendekatan model 3D ini di gunakan untuk meningkatkan pemahaman dari konsep-konsep yang ada dalam kimia yang sukar untuk dipahami atau keabstrakan dalam materinya Pemanfaatan cetak 3D ini adalah alat pengajaran untuk memudahkan pemahaman terbukti sangat kuat apalagi di era semakin banyaknya minat terhadap teknologi. Dengan memanfaatkan teknologi ini akan meningkatkan pemahaman melalui kemampuan visualisasi para peserta didik, pemanfaatan ini juga mengatasi teknik konvensional 3D. Namun kurangnya kemampuan peserta didik untuk memanipulasi model untuk menjadi model butan sendiri adalah hal yang sukar, selain itu penerapan atau pemanfaatan cetakan 3D di Indonesia belum gencar maka biaya yang digunakan lumayan besar dan hasil printernya yang terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Cody W. Pinger, Morgan K. Geiger, and Dana M. Spence. 2019. Applications of 3D-Printing for Improving Chemistry Education. *Journal Chemical Education*. DOI : [10.1021/acs.jchemed.9b00588](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00588)
- Danil S. Kaliakin, Ryan R. Zaari, and Sergey A. Varganov. 2015. 3D Printed Potential and Free Energy Surfaces for Teaching Fundamental Concepts in Physical Chemistry. *J. Chem. Educ.* DOI: [10.1021/acs.jchemed.5b00409](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00409)
- Denis Fourches and Jeremiah Feducia. 2018. Student-Guided Three-Dimensional Printing Activity in Large Lecture Courses: A Practical Guideline. *J. Chem. Educ.* DOI: [10.1021/acs.jchemed.8b00346](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00346)
- Natalie L. Dean, Corrina Ewan, and J. Scott McIndoe. 2016. Applying Hand-Held 3D Printing Technology to the Teaching of VSEPR Theory. *J. Chem. Educ.* DOI: [10.1021/acs.jchemed.6b00186](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00186)
- Neelam Bharti, and Shailendra Singh. 2016. Three-Dimensional (3D) Printers in Libraries: Perspective and Preliminary Safety Analysis. *J. Chem. Educ.* DOI: [10.1021/acs.jchemed.6b00745](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00745)
- Stone, A. H.; Siegelman, I. 1964. An Atomic and Molecular Orbital Models Kit. *J. Chem. Educ.*
- Thomas D. Goddard, Alan A. Brilliant, Thomas L. Skillman, Steven Vergenz, James Tyrwhitt-Drake, Elaine C. Meng and Thomas E. Ferrin. 2018. Molecular Visualization on the Holodeck. *Journal Molecular of Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2018.06.040>
- Vincent F. Scalfani, and Thomas P. Vaid. 2014. 3D Printed Molecules and Extended Solid Models for Teaching Symmetry and Point Groups. *J. Chem. Educ.* DOI : [dx.doi.org/10.1021/ed400887t](https://doi.org/10.1021/ed400887t)