

## PELATIHAN *REVERSE ENGINEERING* UNTUK PELAKU INDUSTRI MANUFAKTUR DAN AKADEMISI

Gilang Argya Dyaksa<sup>1\*</sup> dan Eric Rudolf Thedjasurya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma

<sup>2</sup>PT Evolusi Kreasi Indonesia

\*email penulis korespondensi: [gilangad@usd.ac.id](mailto:gilangad@usd.ac.id)

<https://doi.org/10.24071/aa.v7i1.8708>

diterima 24 Mei 2024; diterbitkan 30 Oktober 2024

### Abstract

The Industrial Revolution 4.0 has produced many technologies that can increase productivity with various sophistications. Some of the technologies from the Industrial Revolution 4.0 are Cyber-Physical Systems (CPS), the Internet of Things (IoT), and also machines that are widely used today in 3D printing. 3D printing is related to reverse engineering, the process of remaking existing objects and creating digital documentation from existing objects. In this training, we introduced the concept of reverse engineering along with its workflow using 3D scanning and 3D printing technology. The aim of this training was that participants could gain inspiration and additional knowledge that can be used in companies to increase productivity and can also be used in the education sector to increase the knowledge of teachers. The method used in this training was divided into 2 sessions. The first was a seminar session to explain the theory and the second was a workshop session to practice the reverse engineering process directly. Hopefully, the results of this training could contribute to empowering companies, human resources, teachers, and students to have the skills and knowledge of the latest technology.

**Keywords:** 3D printing, 3D scan, industrial revolution 4.0, reverse engineering, technology

### PENDAHULUAN

Perkembangan revolusi industri 4.0 di bidang manufaktur merupakan fenomena yang sangat penting dalam dunia industri saat ini. Revolusi industri 4.0 sudah dimulai dari tahun 2011 yang dikenalkan pertama kali oleh negara Jerman pada acara *Hannover Fair Event* (Ing Tay et al., 2018). Revolusi ini menghadirkan teknologi yang dapat membuat industri lebih efisien, pertukaran informasi yang semakin dipermudah dan pengembangan mesin yang dapat terkoneksi dengan teknologi digital, otomasi, dan konektivitas yang tinggi dalam proses produksi (Xu, David, & Kim, 2018).

Beberapa teknologi yang diciptakan dengan adanya revolusi industri 4.0 ini diantaranya *Cyber-Physical Systems* (CPS), *Internet of Things* (IoT), dan juga mesin yang banyak digunakan pada masa sekarang ini yaitu *3D Printing* (Lund, 2021). Hadirnya *3D printing* yang telah habis masa patennya pada tahun 2009 dan akhirnya terbuka untuk publik (Saxena & Kamran, 2016), telah mengubah tren industri dalam pembuatan produk. Awal penggunaan *3D printing* adalah untuk membuat prototipe dari suatu produk. Seiring perkembangan, *3D printing* tidak hanya digunakan dalam pembuatan prototipe saja, namun banyak industri yang membuat produk jadi (*end product*) dengan menggunakan *3D printing*. Penggunaan 3D printing pada pembuatan produk terbukti dapat menurunkan biaya dan waktu untuk beberapa kasus produk tertentu yang cukup kompleks jika dibuat menggunakan cara tradisional (Mamo, Adamiak, & Kunwar, 2023).

*Reverse engineering* sangat berhubungan erat dengan *3D Printing* yaitu merupakan proses membuat kembali desain dari produk yang sudah lama tidak diproduksi kembali, maupun dokumen dan *file* dari desain tersebut sudah tidak ada ataupun hilang (Helle & Lemu, 2021). *Reverse engineering* merupakan pengembangan proses desain tradisional yang sebelumnya menggunakan



pendekatan ilmu teknik maupun perhitungan matematika dan bertransformasi memanfaatkan teknologi *3D scanner* untuk mendapatkan bentuk, ukuran maupun topologi dari produk yang sudah ada. Pemanfaatan *3D scanner* ini memungkinkan industri untuk cepat mendapatkan informasi digital dari produk yang sudah ada dan meningkatkan efisien dalam proses desain produk.

Aplikasi *3D scanner* sudah banyak digunakan dari berbagai bidang dan memiliki dampak yang besar terhadap industri. Pemanfaatan *3D scanner* dapat meningkatkan produktifitas di industri serta dalam beberapa proses yang dibutuhkan dapat meningkatkan efisiensi. Proses *3D scanning* dilakukan pada *bevel gear* untuk mendapatkan dokumen digital sehingga akan didapatkan dimensi *bevel gear* tersebut secara cepat (Oladapo et al, 2020). Penggunaan *3D scanner* mampu membuat dokumen digital (digitalisasi) dari artefak yang ada di museum dan dapat dibuat kembali memanfaatkan teknologi *3D printing* (Kantaros, Soulis, & Alysandratou, 2023). *Reverse engineering* menggunakan *3D scanner* juga dapat digunakan sebagai langkah untuk restorasi benda peninggalan yang ada di suatu tempat/situs untuk dapat memiliki dokumen digital terhadap peninggalan tersebut dan memanfaatkan teknologi *3D printing* untuk membuat kembali benda peninggalan tersebut (Kantaros, Ganetsos, & Petrescu, 2023). Bidang arsitektur dan bangunan memanfaatkan *3D scanner* untuk mendapatkan bentuk dari bangunan yang cukup kompleks dan digunakan untuk pendekatan kebutuhan material yang digunakan untuk bentuk bangunan yang cukup kompleks tersebut (Wang, Yi, Liang, & Ueda, 2023).

Tantangan pada revolusi industri 4.0 menuntut sumber daya manusia (SDM) untuk terus berinovasi dan memiliki ide kreatif dengan memanfaatkan teknologi, sehingga perlu adanya dorongan dari pihak industri maupun akademisi untuk mempelajari teknologi pada masa sekarang ini. Pada masa mendatang, banyak pekerjaan yang akan digantikan oleh komputer (Purba, 2021), sehingga, dengan menguasai kemampuan teknologi, SDM akan meningkatkan pengetahuan serta kemampuan untuk bersaing pada masa sekarang ini. Tujuan diadakannya *workshop* tentang *reverse engineering* ini agar para pelaku industri maupun akademisi memiliki pengetahuan dan kemampuan terkini tentang kemajuan teknologi. Dengan adanya *workshop* ini, diharapkan *reverse engineering* dapat digunakan dalam berbagai bidang untuk membantu pelaku industri menghadapi tantangan pada masa sekarang ini dengan lebih sigap dan cepat tanggap.

## METODE PELAKSANAAN

Seminar dan *workshop* ini bekerja sama dengan salah satu perusahaan penyedia *3D print*, *3D scanner* dan *software* CAD Solid Edge yaitu Evolusi 3D Indonesia yang berlokasi di Tangerang, Jawa Barat. Saya beserta Pak Erick yang merupakan CEO dari Evolusi 3D Indonesia tergabung juga dalam Asosiasi PRINTRIDI yaitu asosiasi pegiat teknologi 3D dan salah satu yang dilakukan adalah memberikan edukasi kepada masyarakat dalam mengenal lebih jauh teknologi 3D beserta juga dengan manfaatnya. Kegiatan abdimas ini dilaksanakan dengan tujuan (1) memberikan informasi dan pengetahuan tentang *reverse engineering* yang dapat digunakan sebagai teknologi pendukung bagi perusahaan maupun akademisi dalam proses desain, (2) memberikan kemampuan dan keterampilan penggunaan *3D scanner* dalam proses *reverse engineering*, (3) sebagai forum diskusi bagi perusahaan dan akademisi untuk mengaplikasikan *3D scanner* sebagai teknologi pendukung serta mendiskusikan kemungkinan fungsi – fungsi yang bisa didapatkan dengan menggunakan *3D Scanner*.

Kegiatan ini dilaksanakan selama satu hari pada Rabu, 10 Mei 2023, berlokasi di Cikarang Techno Park, Bekasi Jawa Barat mulai pukul 08.00 sampai 17.00 WIB. Kegiatan ini dibagi menjadi 2 sesi yaitu pukul 08.00-12.00 untuk sesi seminar mengenai seputar teknologi 3D dan dilanjutkan kembali pukul 13.00-17.00 untuk sesi *workshop* tentang teknologi 3D.

Sesi seminar membicarakan tentang topik *convergent modeling*. *Convergent modeling* merupakan rangkaian proses dari *reverse engineering* yang tujuannya adalah mengolah dokumen 3D hasil dari proses *3D scanning* yang dilakukan agar dokumen 3D tersebut dapat diproses lebih lanjut. Proses lanjutan ini bisa melalui *3D printing* ataupun proses manufaktur lainnya seperti CNC,

*forming, casting, dll.* Pada sesi seminar ini dijelaskan tentang konsep dasar *convergent modeling*, mulai dari definisi hingga pengenalan prosesnya, dari *3D scanning* hingga *3D Printing*. Topik selanjutnya adalah mengenalkan software Solid Edge yang merupakan software CAD yang dikembangkan oleh SIEMENS dan mempunyai fitur untuk mendukung *convergent modeling* tersebut. Topik paling terakhir adalah menceritakan pengalaman dalam menggunakan software Solid Edge untuk menyelesaikan masalah-masalah di industri menggunakan *convergent modeling*.

Pada sesi *workshop*, dipraktekkan bagaimana caranya menggunakan Solid Edge menggunakan fitur *convergent modeling*. Pada proses awal, *3D scanning* dibantu oleh Evolusi 3D untuk mempraktekkan proses *3D scanning*. Lalu, hasil dari *3D scanning* tersebut akan diolah dalam software Solid Edge hingga file *3D* tersebut siap untuk diproses oleh *3D printing*. *Workshop* ini memberikan pengetahuan kepada peserta tentang alur kerja dari awal hingga akhir untuk penggunaan teknologi 3D yang biasa digunakan dalam industri.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

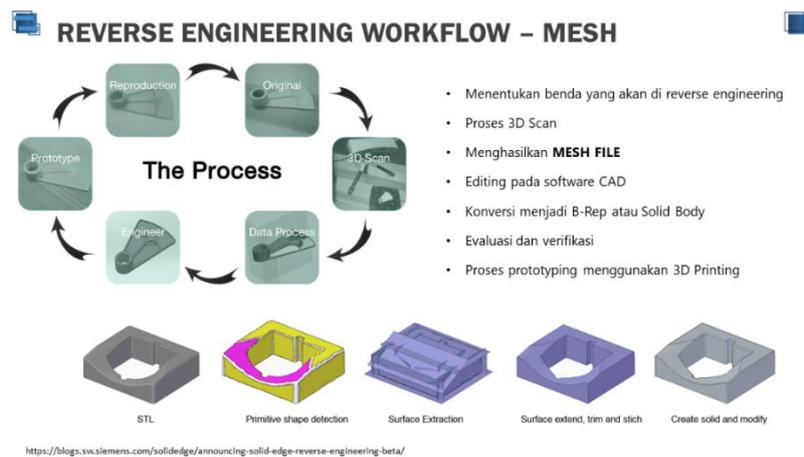
Acara ini dihadiri 145 peserta dengan berbagai latar belakang, mulai dari perusahaan besar, BUMN, akademisi, maupun startup yang sedang berkembang, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar peserta

Jenis Peserta	Perusahaan	Sekolah/Universitas
Jumlah	130	15

### Materi Seminar

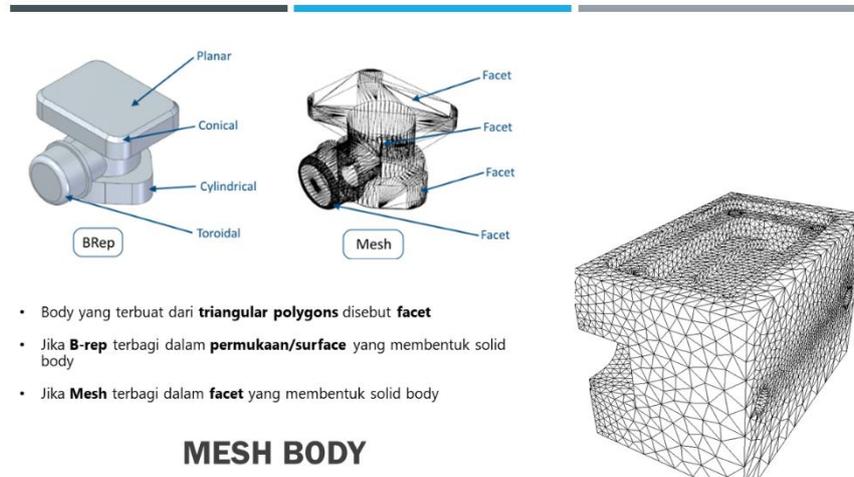
Pada sesi seminar, beberapa hal yang dijelaskan adalah pengenalan tentang konsep dan alur kerja *reverse engineering*, beberapa contoh pengerjaan *reverse engineering* menggunakan software Solid Edge, proyek yang sudah dilakukan berkaitan dengan *reverse engineering*, tantangan dalam proses *reverse engineering*, serta manfaat *reverse engineering*.



Gambar 1. Konsep dan Alur Kerja *Reverse Engineering*

Konsep dari *reverse engineering* merupakan proses untuk membuat kembali benda atau produk yang sudah ada dengan tujuan agar mendapatkan dokumentasi digital dari benda tersebut ataupun ingin memproduksi kembali benda yang referensi gambar tekniknya sudah hilang. Proses *reverse engineering* ini akan dibantu menggunakan *3D scanner* untuk mempersingkat proses desain secara manual yang akan membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan dengan proses *3D scanning*. Secara garis besar alur proses *reverse engineering* adalah (1) menentukan benda (2) proses *3D scanning* (3) olah data hasil *scan* pada software (4) mengkonversi *file* hasil *scan* menjadi *solid body (editable CAD format)* (5) evaluasi dan verifikasi hasil dari konversi.

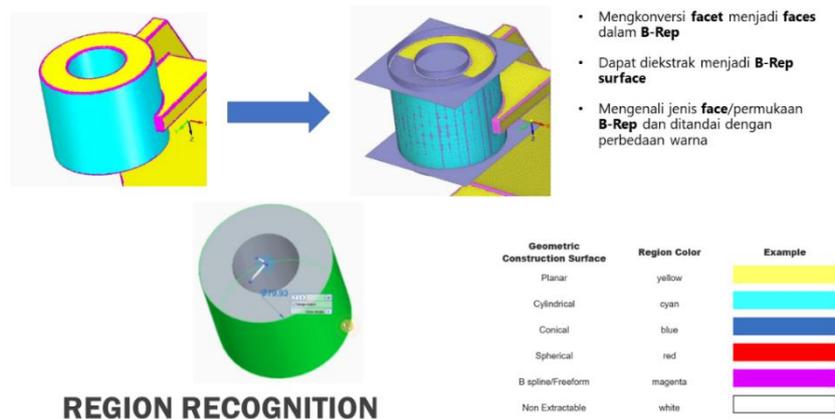
Format *file* yang dihasilkan dari hasil *3D scanning* adalah *mesh body* yang perlu diolah kembali di dalam *software* untuk dapat diproses lebih lanjut. *Mesh body* ini berbeda dengan *solid body* atau *body representation* (B-REP) yang biasa kita ketahui dalam *software CAD* pada umumnya seperti Solidworks, Inventor, Fusion 360, dan sebagainya. Proses desain pada *mesh body* pun juga memiliki alur berbeda dengan proses B-REP yang lebih sulit dilakukan dalam memproses *mesh body*. Sehingga diperlukan proses konversi dari *mesh body* menjadi B-REP jika pada proses selanjutnya dibutuhkan untuk pengolahan desain lebih lanjut.



### MESH BODY

Gambar 2. Mesh Body dan B-REP

Jika B-REP terdiri dari beberapa permukaan (*surface*) yang membentuk menjadi solid body, lain halnya dengan *mesh body* yang terdiri dari *triangular polygons* atau yang biasa disebut *facet*. Maka, untuk mengkonversi dari *mesh body* menjadi B-REP digunakan *software* Solid Edge.



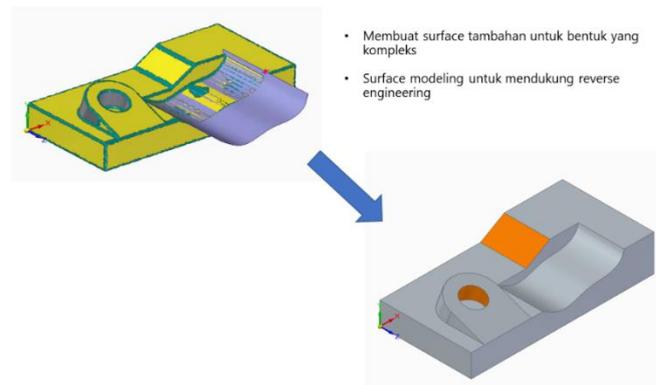
### REGION RECOGNITION

Gambar 3. Reverse Engineering dalam Solid Edge

Proses *reverse engineering* pada Solid Edge menggunakan fitur *region recognition* yang memungkinkan *software* mendeteksi kumpulan *facet* tersebut untuk membentuk suatu *surface*. Fitur ini akan mencoba menerjemahkan kumpulan *facet* yang dipilih untuk diubah menjadi *surface* yang tersedia di Solid Edge seperti *planar*, *cylindrical*, *conical*, *spherical* atau *freeform*. Langkah – Langkah mengkonversi *facet* menjadi *surface* ini akan diulang sampai mendapatkan semua bagian benda dan selanjutnya *surface* ini bisa diolah lebih lanjut untuk menjadi solid body.

Fitur *region recognition* dalam Solid Edge tidak hanya dapat mengkonversi permukaan *facet* yang sederhana saja, namun dapat digunakan untuk mengkonversi permukaan yang cukup

kompleks yang berkurva. Dengan adanya Solid Edge akan mempermudah *reverse engineering* benda – benda yang cukup kompleks.



Gambar 4. Konversi permukaan kompleks



Gambar 5. Hasil *Reverse Engineering*

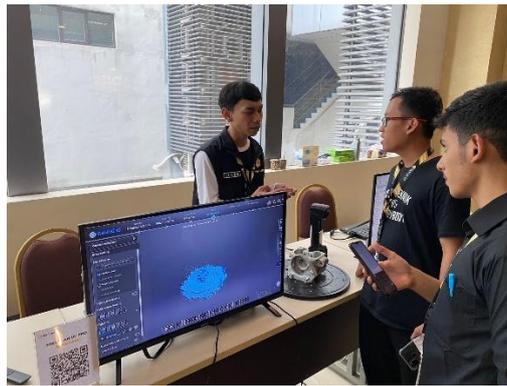
Gambar 5 merupakan hasil dari *reverse engineering* yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Kemampuan teknologi yang semakin canggih pada masa kini dapat melakukan banyak hal yang sebelumnya sulit untuk dilakukan, seperti pembuatan komponen – komponen otomotif yang sudah tidak dijual di pasaran maupun sudah langka. Sebagai contoh proyek yang sudah pernah dilakukan sebelumnya adalah pembuatan komponen mobil Toyota Corolla DX tahun 90an yang komponen mobilnya sudah sangat langka dan susah untuk didapatkan. Kami pernah mencoba untuk membuat kembali komponen mobil tersebut pada bagian aksesoris lampu. Kami juga pernah membuat kembali holder mikrofon yang sudah tidak dijual lagi di pasaran namun masih banyak perusahaan maupun studio yang masih menggunakan seri mikrofon yang sudah lama.

Namun, tentu teknologi masa sekarang ini masih mempunyai limitasi dan akan terus dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan dari teknologi tersebut. Beberapa tantangan dalam proses *reverse engineering* yang sering dihadapi adalah diperlukannya teknik *3D scan* yang baik untuk mendapatkan hasil *3D scan* yang optimal dan teliti dalam menganalisis dan mengolah hasil *3D scan* agar mendapatkan dimensi yang tepat pada model 3D.

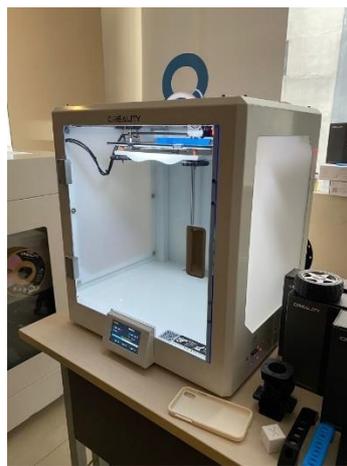
### **Sesi *Workshop***

Sesi *workshop* memberikan gambaran lebih jelas lagi mengenai proses *3D scanning* karna peserta pada acara melihat langsung proses *3D scanning* yang akan dipraktikkan dari tim Evolusi 3D. Praktek ini menggunakan contoh benda yang sudah disediakan oleh tim Evolusi 3D lalu dipraktikkan proses *3D scanning* tersebut dan peserta dapat melihat secara langsung hasil *3D scanning* tersebut pada layar monitor yang sudah tersedia. Tentunya dari praktek ini akan dijelaskan

teknik *3D scan* yang baik maupun kondisi ruangan yang optimal saat proses *3D scan* agar menghasilkan model 3D yang optimal.



Gambar 6. Demo Proses *3D Scanning*



Gambar 7. Demo Proses *3D Printing*

Setelah proses *3D scanning* selesai, selanjutnya peserta bisa melihat langsung proses *3D printing* dari benda yang sebelumnya sudah selesai diolah. Karena proses *3D printing* membutuhkan waktu cukup lama peserta hanya bisa melihat awal prosesnya saja, tetapi dari tim juga menyediakan contoh benda hasil dari *3D printing*. Bahan – bahan *3D printing* pun juga sangat bervariasi mulai dari PLA, ABS, PETG hingga TPU yang lentur seperti karet.

Dengan adanya sesi *workshop* ini peserta dapat melihat gambaran besar serta alur kerja dari pemanfaatan *3D scanner* dan *3D printing* dalam proses *reverse engineering*. Kami berharap peserta dapat memiliki pengalaman menggunakan teknologi jaman sekarang ini agar perusahaan maupun akademisi dapat memanfaatkan teknologi *3D scanner* maupun *3D printing* dalam pembuatan suatu produk komersil dan dapat juga digunakan dalam penelitian.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### ***Kesimpulan***

Pelatihan *reverse engineering* ini telah berhasil dilaksanakan dan diikuti oleh banyak peserta mulai dari industri maupun akademisi. Pelatihan ini terdiri dari 2 sesi yaitu sesi seminar untuk memberikan informasi terkait konsep *reverse engineering* beserta proyek yang sudah pernah dilakukan dan sesi *workshop* untuk peserta dapat langsung praktek menggunakan teknologi *3D scanner* dan *3D printing*. Melalui pelatihan ini, peserta dapat mendapatkan inspirasi serta tambahan pengetahuan agar dapat digunakan dalam perusahaan untuk dapat meningkatkan produktivitas. Pengetahuan yang didapatkan juga bisa digunakan dalam bidang pendidikan untuk meningkatkan

wawasan dari pengajar, sehingga pengajar mengetahui teknologi masa kini yang dapat diterapkan dalam pembelajaran untuk meningkatkan daya saing siswa dan mahasiswa.

### **Saran**

Penulis merekomendasikan pelatihan seperti ini dapat dilakukan di tingkat SMA, SMK, dan universitas agar pengajar maupun siswa dan mahasiswa memiliki pengetahuan teknologi masa kini seperti *3D printing* dan *3D scanner*.

### **Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dari Fakultas Sains & Teknologi dan Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma sehingga pengabdian ini bisa terlaksana. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada segenap tim Evolusi 3D atas kerja samanya dalam pengabdian ini mengenalkan teknologi masa kini.

### **DAFTAR REFERENSI**

- Helle, R. H., & Lemu, H. G. (2021). A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control. *Materials Today: Proceedings*, 45, 5255–5262. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.828>.
- Tay, S. I., Lee, T. C., Hamid, N. A. A., & Ahmad, A. N. A. (2018). An overview of industry 4.0: Definition, components, and government initiatives. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 10(14). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/332440369>.
- Kantaros, A., Ganetsos, T., & Petrescu, F. I. T. (2023). Three-dimensional printing and 3D scanning: Emerging technologies exhibiting high potential in the field of cultural heritage. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(8), 4777. <https://doi.org/10.3390/app13084777>.
- Kantaros, A., Soulis, E., & Alysandratou, E. (2023). Digitization of ancient artefacts and fabrication of sustainable 3D-printed replicas for intended use by visitors with disabilities: The case of Piraeus Archaeological Museum. *Sustainability*, 15(17), 12689. <https://doi.org/10.3390/su151712689>
- Lund, B. (2021). The fourth industrial revolution: Does it pose an existential threat to libraries?. *Information Technology and Libraries*, 40(1). <https://doi.org/10.6017/ITAL.V40I1.13193>.
- Mamo, H. B., Adamiak, M., & Kunwar, A. (2023, July 1). 3D printed biomedical devices and their applications: A review on state-of-the-art technologies, existing challenges, and future perspectives. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 143. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2023.105930>
- Oladapo, B. I., Ismail, S. O., Zahedi, M., Khan, A., & Usman, H. (2020). 3D printing and morphological characterisation of polymeric composite scaffolds. *Engineering Structures*, 216. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029619336648>
- Saxena, A., & Kamran, M. (2016). A comprehensive study on 3D printing technology. *MIT International Journal of Mechanical Engineering*, 6(2), 63-69. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/310961474>
- Wang, J., Yi, T., Liang, X., & Ueda, T. (2023). Application of 3D laser scanning technology using laser radar system to error analysis in the curtain wall construction. *Remote Sensing*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/rs15010064>
- Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. *International Journal of Financial Research*, 9(2), 90–95. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>