
PENGUKURAN DIMENSI KOMPONEN ARTIFICIAL HIP JOINT HASIL INVESTMENT CASTING MENGGUNAKAN MATERIAL AISI 316L

Reza Azizul Nasa A.H

Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

*Email : rezazizul@gmail.com

Dwi Purwanto

Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

*Email : dwi.purwanto.n@gmail.com

ABSTRAK

Investment casting merupakan salah satu proses pengecoran yang banyak digunakan untuk proses pembuatan komponen yang rumit. Pembuatan dengan menggunakan proses ini memiliki kelebihan antara lain produk yang dihasilkan dapat mendekati bentuk akhir. Pada tahun 2013 teknik mesin Universitas Diponegoro mulai melakukan penelitian mengenai *artificial hip joint*. Saat ini proses pembuatan *artificial hip joint* menggunakan *machining* proses. Pembuatan *artificial hip joint* menggunakan proses *machining* cenderung memerlukan waktu yang cukup lama dan biaya yang mahal. Tujuan utama penelitian ini adalah mendapatkan kebulatan komponen yang diinginkan dengan melakukan proses *finishing* pada komponen yang dibuat menggunakan *investment casting*. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stainless steel 316L*. Setelah dilakukan proses pembuatan menggunakan *investment casting* dilakukan proses *finishing* untuk menghaluskan permukaan dan menghasilkan ukuran yang diinginkan. Hasil pengukuran didasarkan pada ASTM F2033-12 dengan toleransi sebesar 190 μ m atau 0.19mm. Hasil pengukuran menunjukkan kebulatan berbeda sebesar 0.12mm, yang berarti masih sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ASTM F2033-12 yaitu tidak melebihi 0.19mm.

Kata kunci: *artificial hip joint, investment casting, stainless steel 316L.*

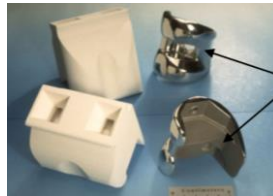
ABSTRACT

Investment casting is one of casting process that is mostly used for producing a complicated component. The advantage this process is that the result is close to the final shape. In 2013, mechanical engineering Diponegoro University started a research about artificial hip joint. Right now, to make artificial hip joint is used machining process. The process needed a long time and an expensive cost. The objective of the study is to obtain the desired roundness of the components by finishing the components made using investment casting. The materials were used in this study are stainless steel 316L. After the manufacturing process is carried out using investment casting, the finishing process is carried out to smooth the surface and produce the desired size. The measurement results are based on ASTM F2033-12 with a tolerance of 190 μ m or 0.19mm. The measurement results show a different roundness of 0.12mm, which means that it is still in accordance with the standards set by ASTM F2033-12, which does not exceed 0.19mm.

Keywords: *artificial hip joint, investment casting, stainless steel 316L.*

1. PENDAHULUAN

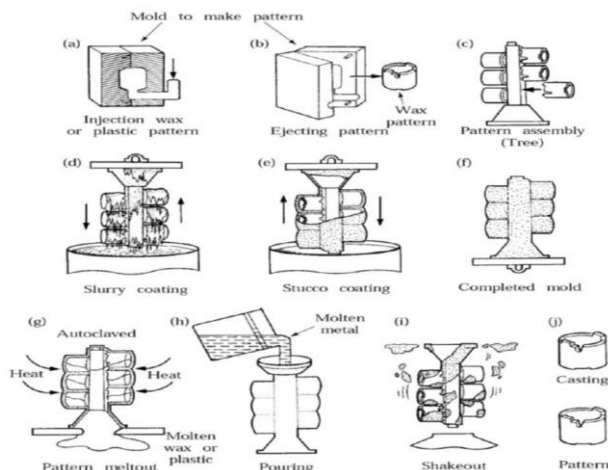
Investment casting atau yang dikenal dengan salah satu teknik pengecoran dengan spesifikasi geometri yang hampir mencapai final. Hal inilah yang membuat proses *investment casting* lebih banyak digunakan dibandingkan dengan teknik pengecoran lain. Masih banyak keuntungan lain yang bisa didapat dari proses *investment casting* ini, antara lain dapat membuat produk geometri yang rumit dengan tingkat presisi yang baik, dapat menghasilkan permukaan produk yang baik, dan juga dapat menggunakan berbagai jenis material.



Gambar 1. *Knee casting* yang terbuat dari *cobalt chrome* dengan menggunakan cetakan dari keramik [1]

Investment casting merupakan proses penting untuk menghasilkan logam dengan tingkat presisi yang baik seperti kerangka gigi tiruan, mahkota, dan inlay. Proses *investment casting* harus mendekati bentuk yang sebenarnya. Dengan demikian *mold* dibuat sedikit melebihi ukuran asli untuk proses permesinan yang dilakukan setelah proses *investment casting* selesai. Keberhasilan *investment casting* ditentukan oleh tidak adanya pemuaihan yang terjadi pada cetakan saat proses *casting* berlangsung [2].

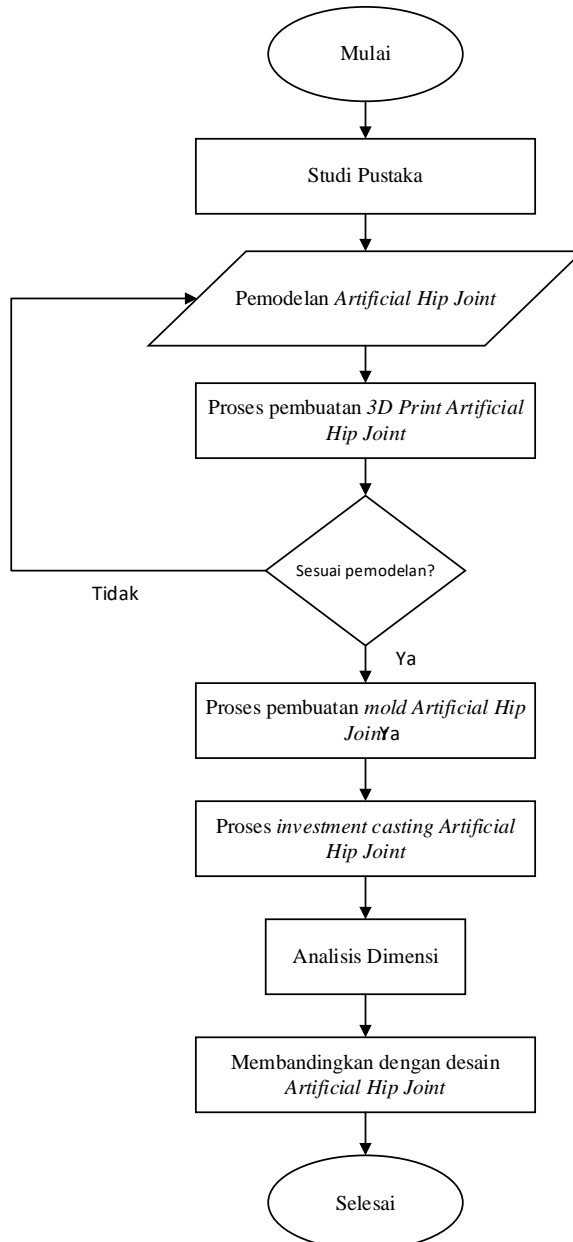
Ada 3 tahapan dalam proses *investment casting*, yaitu produksi *wax pattern*, produksi *mold* keramik dan pengecoran logam. Tahap pertama terdiri dari perancangan cetakan untuk *wax pattern*, proses permesinan dilakukan untuk membuat cetakan kemudian dilakukan proses *plastic/wax injection* sehingga didapatkan *wax pattern*. Pada tahap kedua, *wax pattern* tersebut dicelupkan kedalam *ceramic slurry* sehingga akan didapatkan lapisan keramik, selanjutnya dilakukan pemanasan sehingga *wax* bisa meleleh keluar dari lapisan keramik tersebut dan akhirnya didapat *mold* keramik. Tahap terakhir adalah pengisian logam cair kedalam *mold*. Sebelum menuangkan logam cair dituang, *mold* harus dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu 1060°C untuk menghindari pecahnya *mold* saat dituang logam cair. Setelah dituangkan spesimen dibiarkan hingga mengeras, lalu *mold* tersebut dihancurkan untuk mengeluarkan produk. [3].



Gambar 2. Proses *investment casting* [1]

Proses pembuatan cetakan dilakukan dengan *3D modelling* dengan menggunakan *software CAD/CAM*. Pada penelitian ini proses desain menggunakan *CAD/CAM* merupakan tahap pertama sebelum proses *investment casting* dilakukan. *CAD (Computer Aided Design)* digunakan untuk membantu dalam membuat perancangan cetakan untuk *wax pattern*, lalu *CAM (Computer Aided Manufacturing)* digunakan untuk membantu perencanaan proses pemesinan cetakan tersebut. [4] Simulasi proses pemesinan dan verifikasi juga dapat dilakukan dengan *CAM*. Selanjutnya hasil perencanaan yang dilakukan di *CAM* ini diterjemahkan oleh sebuah *post processor* agar dapat dijalankan di mesin *CNC* tertentu.

2. METODOLOGI



Gambar 3. Diagram alir penelitian

2.1 Alat dan Bahan Pembuatan Artificial Hip Joint

2.1.1 AISI 316L

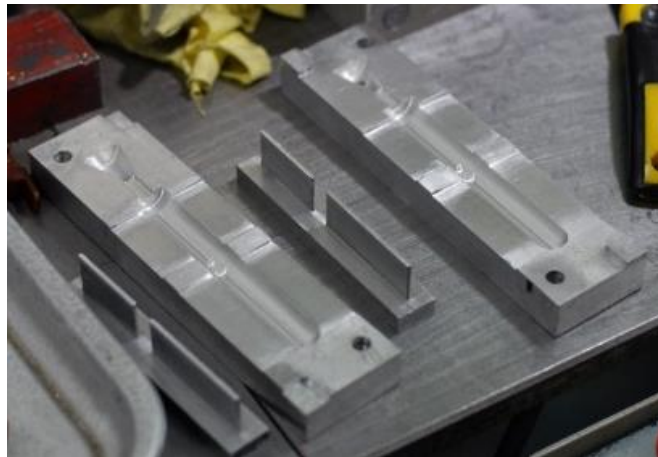
Material yang digunakan untuk membuat *investment casting* adalah AISI 316L dengan mengacu pada ASM International. Untuk data material dapat dilihat pada Tabel 1. [5].

Tabel 1. Komposisi kimia AISI 316L [6]

	C%	Si %	Mn%	P%	S%	Cr%	Ni%	Mo%	N%
Min	-	-	-	-	-	16,00	10,00	2,00	-
Max	0,03	1,00	2,00	0,045	0,03	18,00	14,00	3,00	0,10

2.1.2 Mold Artificial Hip Joint

Pembuatan *mold* menggunakan material duraluminium (paduan aluminium-tembaga). Unsur pembuatan dari duralium itu sendiri adalah 91-95% aluminium, tembaga 3,8-4,9%, mangan 0,3-0,9%, magnesium 1,2-1,8%, besi <0,5%, silikon <0,5%, seng <0,25%, titanium <0,15%, kromium <0,1%, dan tidak lebih dari 0,15% merupakan unsur lainnya. Pada Gambar 4 merupakan salah satu contoh *molding* yang terbuat dari duralium.

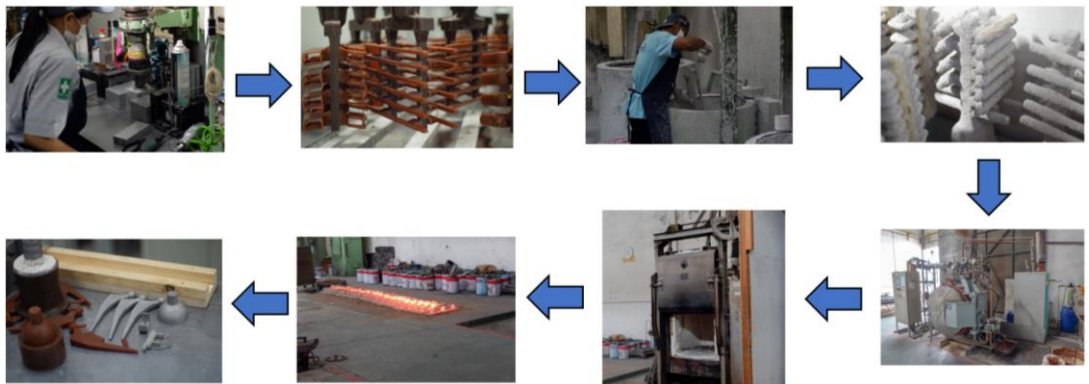


Gambar 4. Mold dengan material duralium

2.1.1 Prosedur Pembuatan Investment Casting

Berikut merupakan prosedur pembuatan Investment casting:

1. Penentuan *Model*
2. Pembuatan *Mold*
3. Proses injection wax/lilin pada *mold*
4. Proses pelapisan lilin dengan pasir keramik sebanyak 7 lapis
5. Proses mengeluarkan lilin dari keramik dengan cara memanaskan hingga titik lelehnya.
6. Proses pemanasan cetakan hingga suhu 1060°C (untuk menghindari crack saat proses penuangan material).
7. Penuangan AISI 316L dan Ti6Al4V pada cetakan.
8. Menunggu spesimen hingga berada pada suhu ruangan/mendingin.
9. Mengeluarkan material dari cetakan dengan cara dipukul menggunakan palu secara perlahan.



Gambar 5. Proses pembuatan *artificial hip joint* menggunakan *investment casting*

2.1 Pengukuran Dimensi *Artificial Hip Joint*

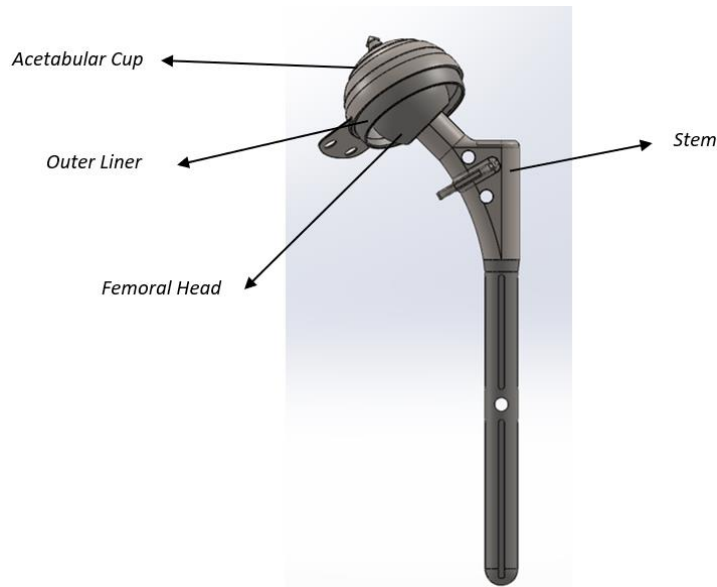
Proses *finishing* pada komponen *artificial hip joint* dilakukan di PT. ATMI solo kemudian dilakukan pengukuran di PT. KUBOTA Indonesia semarang menggunakan Mitutoyo Crysta Apex S yang ditunjukkan oleh gambar 6.



Gambar 6. Mitutoyo Crysta Apex S

2.1 Desain *Artificial Hip Joint* Menggunakan *Solidworks*

Software yang digunakan untuk mendesain *artificial hip joint* produk UNDIP pada penelitian ini menggunakan *Solidworks 2015 student license* [6]. Desain hip joint terdiri dari *stem*, *femoral head*, *acetabular cup*, dan *outer liner*. Untuk gambar dari setiap komponen dapat dilihat pada Gambar 7.

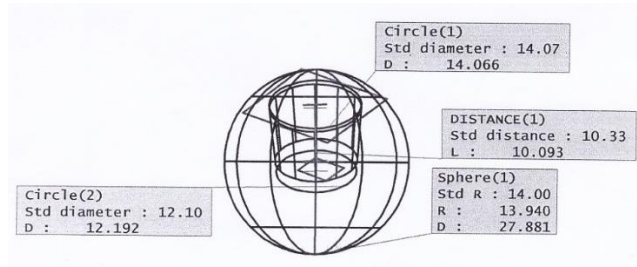


Gambar 7. Desain artificial hip joint menggunakan solidworks

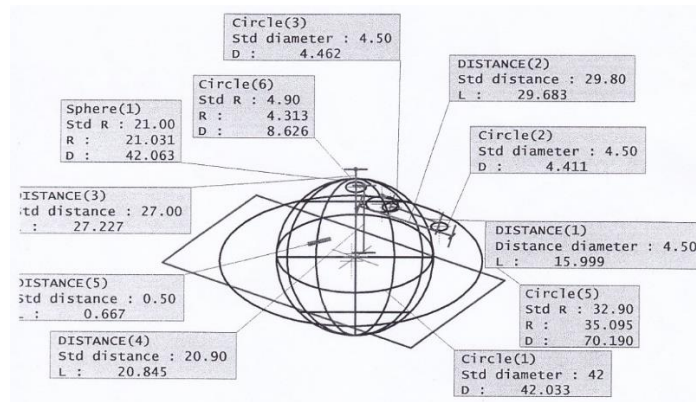
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengukuran Komponen Artificial Hip Joint

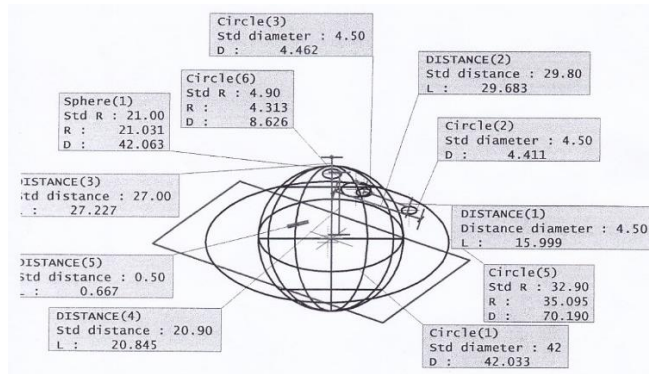
Berikut ini merupakan hasil pengukuran komponen pada *artificial hip joint* yang dilakukan pada PT. Kubota Indonesia.



Gambar 8. Hasil pengukuran pada femoral head



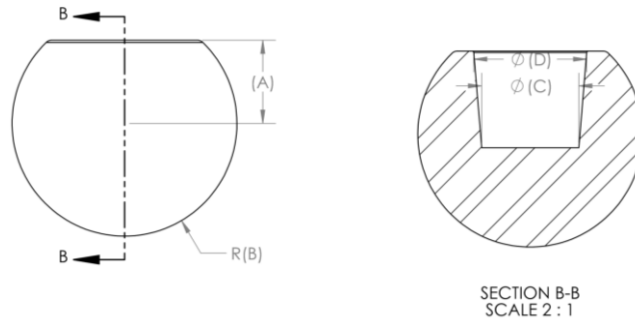
Gambar 9. Hasil pengukuran pada outer liner



Gambar 10. Hasil pengukuran pada *acetabular cup*

3.2 Hasil Pengukuran Komponen Artificial Hip Joint

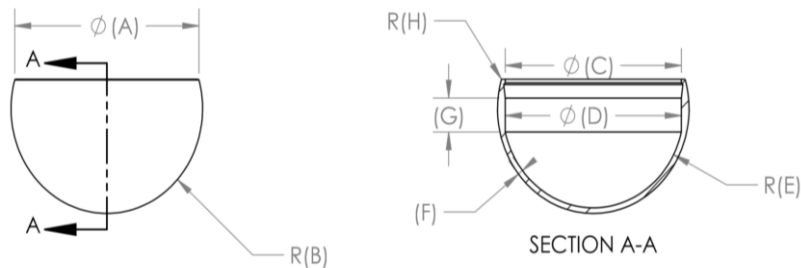
Pada gambar 11 sampai 13 menunjukkan hasil pengukuran pada spesimen *artificial hip joint* hasil *investment casting* dengan menggunakan AISI 316L.



Gambar 11. Desain *femoral head*

Tabel 2. Dimensi *acetabular cup*

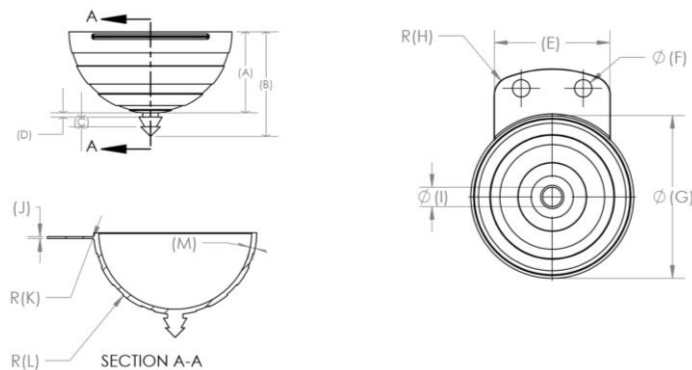
	<i>Desain (mm)</i>	<i>Present (mm)</i>	<i>Selisih (mm)</i>
A	10,33	10,093	0,237
B	14,00	13,940	0,06
C	12,10	12,192	0,092
D	14,07	14,066	0,004



Gambar 12. Desain *outer liner*

Tabel 3. Dimensi outer liner

	Desain (mm)	Present (mm)	Selisih (mm)
A	37,71	38,004	0,294
B	19,60	19,441	0,159
C	36,05	35,606	0,444
D	36,05	35,305	0,747
E	18,55	18,103	0,447
F	1,05	1,338	0,288
G	6,38	6,378	0,002
H	0,20	0,162	0,038



Tabel 4. Dimensi acetabular cup

	Desain (mm)	Present (mm)	Selisih (mm)
A	20,90	20,845	0,055
B	27,00	27,227	0,227
C	2,50	2,444	0,056
D	1,10	1,168	0,068
E	29,80	29,683	0,117
F	4,50	4,462	0,038
G	42,00	42,033	0,033
H	4,90	4,313	0,587
I	5,00	4,778	0,222
J	0,50	0,667	0,167
K	0,50	0,512	0,012
L	21,00	21,031	0,031
M	1,30	1,370	0,07

Pada hasil pengukuran material *stainless steel 316L* diatas menunjukkan selisih terbesar terletak pada *acetabular cup* sebesar 0,587 mm. Selisih yang dihasilkan berdasarkan pengukuran menggunakan mesin *Coordinate Measuring Machine (CMM)*. Adanya selisih diatas disebabkan oleh proses *machining*. Untuk *femoral head* ukuran diameter sudah memenuhi ASTM F22033-12 dengan ukuran diameter yang ditentukan yaitu sebesar 28mm – 36 mm. Pada ASTM F2033-12 toleransi maksimum untuk *femoral head* adalah sebesar 190µm atau 0,19 mm. Pada hasil pengukuran *femoral head* diameter yang ditentukan adalah sebesar 28mm dan hasil pengukuran setelah mengalami proses *machining* adalah 0,12 mm sehingga masih sesuai dengan ASTM F2033-12.

4. KESIMPULAN

Produk *artificial hip joint* hasil proses *investment casting* menggunakan AISI 316L memiliki hasil akhir yang hampir menyerupai dengan bentuk desain awal menggunakan *solidworks* setelah melalui finishing dan dilakukan proses pengukuran menggunakan alat pengukur kebulatan (Mitutoyo Crysta Apex S) di Kubota. Hasil pengukuran kebulatan masih sesuai toleransi yang ditetapkan oleh standar ASTM F2033-12 yaitu tidak melebihi 0.19mm dari desain awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Singh, S. and Singh, R. (2017). *Investment Casting (Disposable Mold)*, Reference Module in Material Science and Material Engineering
- [2] Darvel B.W. (2018). *Materials science for dentistry*, Woodhead publishing.
- [3] Jones, S. and Yuan, C., 2003. "Advances in shell moulding for investment casting". *Journal of Materials Processing Technology* 135. 2-3, pp.258-265.
- [4] Kennard, R.W. and Stone, L.A., 1969. "Computer aided design of experiments". *Technometrics*, 11. 1, pp.137-148.
- [5] Respati, S.M.B. 2010. "Bahan biomaterial stainless steel dan keramik". *MAJALAH ILMIAH MOMENTUM*, 6. 1.
- [6] ASM International. [Online]. Available: <http://asm.matweb.com>
- [7] Jamari, J., Ismail, R., Saputra, E., Sugiyanto, S. and Anwar, I.B. 2014. "The effect of repeated impingement on UHMWPE material in artificial hip joint during salad activities". *In Advanced Materials Research* 896, pp. 272-275