

INSTALASI DAN *COMMISSIONING COMPRESSED NATURAL GAS COMPRESSOR TYPE P95B 2BV TN3 KAPASITAS 990 SM³/H*

Cahyo Wibowo^{*1}, Herbert Hasudungan Siahaan², Ojakma Sihar Panaili T³

^{1,2,3}Universitas Mpu Tantular, Jl. Cipinang Besar No.2, RT.5/RW.1, Cipinang Besar Utara, Kecamatan Jatinegara, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13410
e-mail: ^{*1}cahyowibowo@mputantular.ac.id, ²herbert9an@gmail.com, ³ojakmasp@gmail.com

Abstrak

Pada saat ini bahan bakar bukan yang dihasilkan dari bumi sudah sangat menipis dan emisi gas yang dihasilkan oleh bahan bakar sangat mempengaruhi terjadinya peningkatan pemanasan global. Untuk itu diperlukan substitusi bahan bakar yang lebih ramah lingkungan dengan emisi gas sekecil mungkin. Natural gas adalah bahan bakar yang saat ini digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti bahan bakar minyak. Pengelolaan gas alam memerlukan berbagai sistem tata Kelola antara lain pendistribusian gas menggunakan sistem *virtual gas piping* atau disebut dengan gas alam terkompresi. Gas tersebut didistribusikan menggunakan tangki bertekanan tinggi dari stasiun pengisian gas alam ke masing-masing pengguna atau pelanggan. Salah satu faktor yang memenuhi kriteria distribusi gas adalah tekanan gas yang didistribusikan ke pengguna, tekanan gas tersebut harus mampu disimpan pada tekanan tinggi yang pada umumnya berkisar antara 200 bar sampai 250 bar. Untuk mencapai tekanan tersebut diperlukan gas kompresor yang mampu menekan gas hingga 250 bar yaitu *piston double acting*. Untuk mendapatkan mesin yang mampu melakukan kompresi sesuai dengan karakteristik yang diperlukan maka penyesuaian dilakukan dalam perencanaan, pemilihan, *design*, instalasi, *commissioning* yang baik agar kapasitas yang diisyaratkan dapat terpenuhi dengan baik.

Kata kunci— Gas, Tekanan, Kompresi, Instalasi

Abstract

Present time the fuel produced from the earth is very depleted and the exhaust emissions produced by the fuel greatly affect the increase in global warming. For this reason, it is necessary to substitute fuels that are more environmentally friendly with the smallest gas emissions possible. Natural gas is a fuel that is currently used as an alternative to oil fuels. In the management of natural gas, various governance systems are needed, including the distribution of gas using a virtual gas piping system or by using compressed natural gas. The gas is distributed using high-pressure tanks from natural gas filling stations to each user or customer. To fulfill one of the gas distribution criteria, namely the gas pressure criteria that will be distributed to users, the gas pressure must be able to be stored at high pressure which generally ranges from 200 bar to 250 bar. To achieve this pressure, a Gas Compressor is needed which can suppress gas up to 250 bar, namely the Double Acting Piston type. To get a machine that is capable of compressing according to the required characteristics, good planning, selection, design, installation, commissioning is needed so that the required capacity can be fulfilled properly.

Keywords— Gas, Pressure, Compression, Installation

PENDAHULUAN

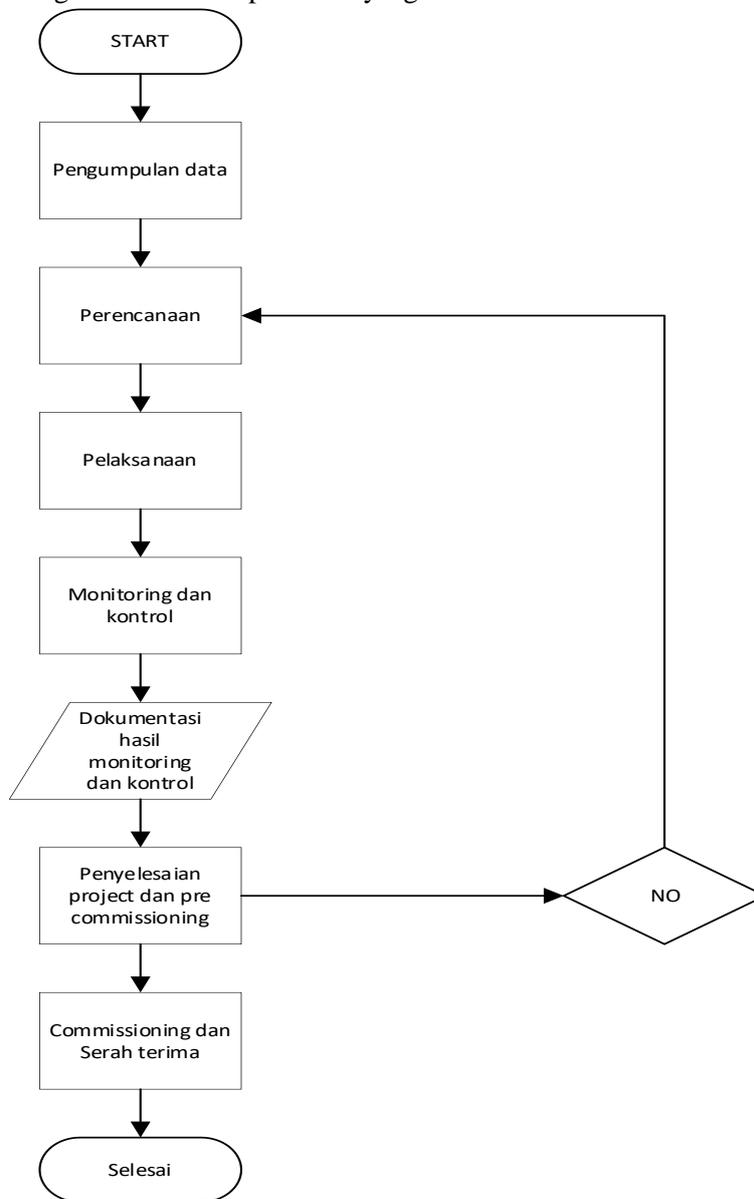
Salah satu syarat yang ditetapkan oleh distributor dalam pendistribusian gas CNG ialah harus memiliki tekanan yang maksimal sesuai dengan kapasitas alat angkut dan alat simpan atau *gas mobile storage* (GTM). Persyaratan berupa kapasitas tekanan dan volume akan sangat mempengaruhi tingkat efisiensi dalam pendistribusian gas. Semakin besar volume yang diangkut, maka efisiensi akan semakin besar dan tentunya keuntungan yang diperoleh juga akan sangat besar. Persyaratan lainnya adalah kualitas gas yang diangkut diharuskan tidak mengandung uap air, kondensat dan residu pelumas. Uap air yang menguap dari dalam sumur gas akan terbawa ke sistem pengisian. Hal ini dapat terjadi karena proses pengeringan gas tidak optimal ataupun kualitas gas dari sumber memang sangat buruk, sedangkan residu minyak pelumas didapatkan dari proses kompresi yang dilakukan oleh kompresor. Untuk mengurangi residu minyak pelumas diperlukan pemilihan mesin kompresor yang

mampu mengakomodir kepentingan tersebut dengan melakukan pemilihan kompresor yang tidak menggunakan minyak pelumas pada proses kompresi (*non lub*).

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini menggunakan metode *implementatif-evaluative*, yaitu penulis melakukan seluruh tahapan proses dan selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap hasil dari pekerjaan tersebut. Pengertian metode implementatif menurut Nurdin Usman, “Implementasi adalah bermuara pada aktivitas, aksi, tindakan, atau adanya mekanisme suatu sistem. Implementasi bukan sekedar aktivitas, tetapi juga suatu kegiatan yang terencana dan untuk mencapai tujuan kegiatan”(Usman, 2002:70). Sedangkan metode evaluatif sendiri merupakan suatu penelitian yang menuntut persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu adanya kriteria, tolok ukur, atau standar yang digunakan sebagai pembanding bagi data yang diperoleh, setelah data tersebut diolah dan merupakan kondisi nyata dari objek yang diteliti.

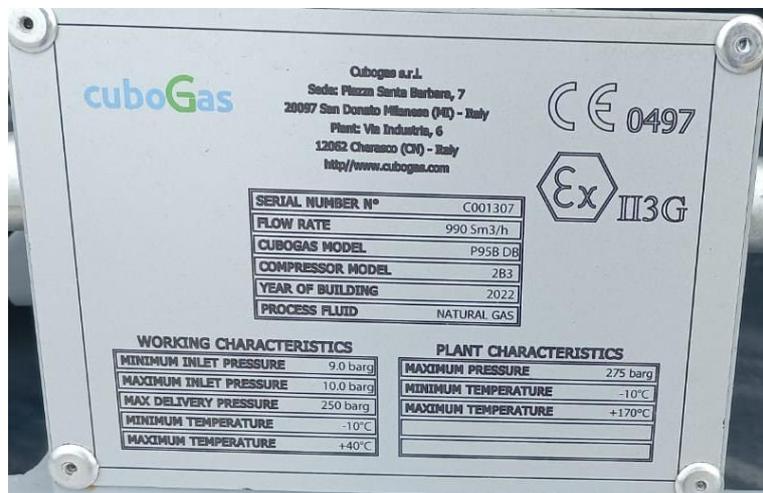
Berikut ini adalah diagram alir metode penelitian yang dilakukan



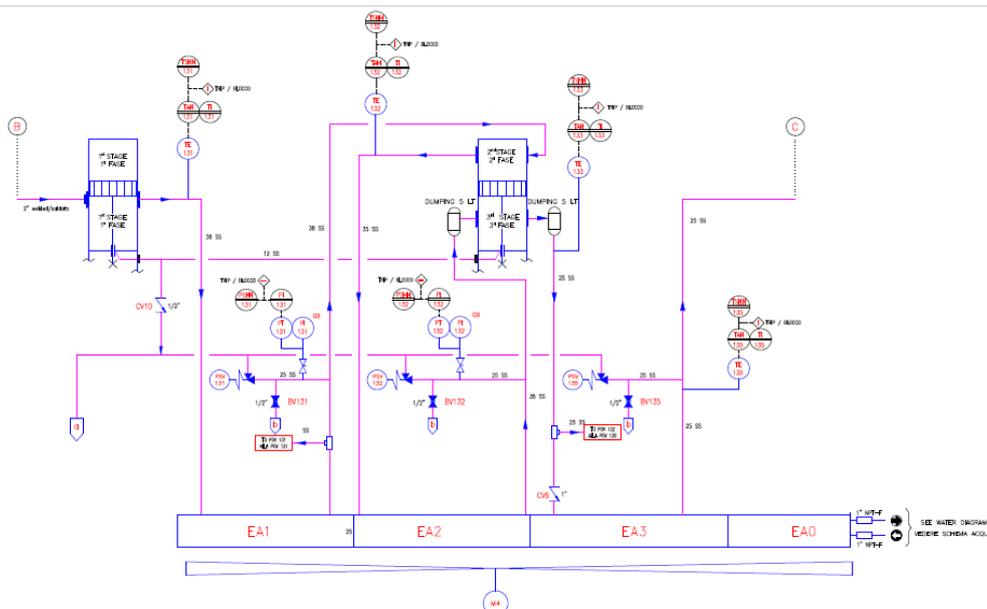
Gambar 1. Flow Chart Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data adalah tahapan adalah menghitung kebutuhan *supply* dan *demand* untuk menentukan kapasitas dan peralatan pendukung yang diperlukan. Hal ini sangat penting karena ketersediaan alat yang akan dibeli harus disesuaikan dengan kebutuhan. Mesin penggerak yang dipilih adalah kompresor berpengerak motor listrik dengan sistem transmisi *v-belt*. Kompresor yang ditentukan adalah tipe kompresor vertikal 2 silinder dengan 3 tahapan kompresi dan kompresor berpendingin air. Gas yang dikompresi adalah gas yang menggunakan sistem pendingin udara yang dihembuskan oleh *Air Fan Blade*. Sistem kompresi gas tidak menggunakan minyak pelumas karena piston ring terbuat dari PEEK sehingga mampu menahan gesekan dan mampu menahan suhu tinggi hingga 400°C. Peralatan pendukung sistem tersebut antara lain *supply* listrik yang diperlukan harus sesuai dengan daya yang dibutuhkan dengan menyesuaikan *system starting* pada kompresor. Pembuatan pondasi kompresor sendiri dibuat dengan ketebalan 70cm-100cm di dalam tanah dengan kekerasan beton K300, dengan pembesian disesuaikan petunjuk instalasi dari pabrik pembuat kompresor.



Gambar 2. Spesifikasi kompresor CNG 990 Sm3/h
(Sumber : Cubogas Italy)



Gambar 3. P&ID CNG Compressor Cubogas
(Sumber : Cubogas Srl)

Pondasi adalah bagian terpenting dalam pemasangan mesin. Pondasi pada umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan paling bawah yang berfungsi menyalurkan dan meneruskan beban ke tanah. Pondasi mesin harus didesain supaya mampu memikul semua beban di atasnya baik itu beban statis dari berat mesin itu sendiri maupun beban dinamis yang dihasilkan pada saat mesin itu dioperasikan (Dewanti, 2015). Setelah pondasi siap, kompresor diangkat dan ditempatkan pada titik pondasi yang telah ditentukan. Pada saat peletakan kompresor, baut *anchor* diletakkan antara pondasi dan frame kompresor dengan jarak 50mm. Hal itu bertujuan untuk mengisi semen *grouting* atau semen pengisi pondasi agar struktur mesin dengan pondasi menyatu sehingga tidak terjadi vibrasi.



Gambar 4. Proses pengangkatan kompresor ke atas pondasi menggunakan *crane* 50 ton
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 5. Terpasang di atas pondasi, antara pondasi dan frame diberikan celah untuk *grouting*.
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Instalasi pipa gas *inlet*.

Pipa gas *supply* dipasang sesuai dengan petunjuk instalasi dengan diameter 2 inci menggunakan pipa schedule 40 grade B. Lalu pipa header akan dihubungkan menggunakan pipa *flexible* atau yang disebut dengan *metal braided*. *Metal braided* adalah pipa spiral yang *flexible* dengan bahan *stainless steel* dan diselubungi dengan rajutan *stainless steel* sehingga mampu menahan tekanan hingga 25 bar dan mampu mereduksi vibrasi antara mesin dengan pipa *inlet*.

Instalasi *pipa outlet*.

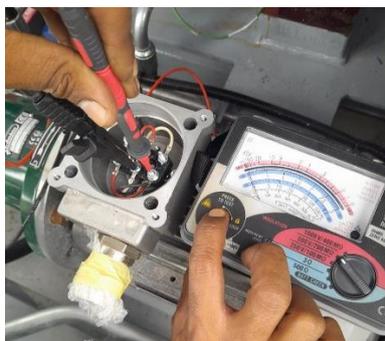
Pipa outlet dipasang menggunakan tubing ukuran 1” dengan tebal 3 mm, berbahan *stainless steel 316 L* yang mampu menahan tekanan hingga 6000 psi dan mampu menahan suhu tinggi dan vibrasi. Pengujian *insulating* motor atau *megger* terhadap motor dilakukan sebelum kabel dipasang pada setiap motor. Hal tersebut bertujuan untuk memastikan kembali bahwa kondisi temperatur dan kelembaban saat melalui tahap pengiriman tidak mengakibatkan kerusakan pada golongan motor.



Gambar 6. *Megger* terhadap motor *compressor* kondis baik
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 7. *Megger* terhadap motor *water pump*
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 8. *Megger* terhadap motor *oil pump*
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 9. Megger terhadap motor *fan gas cooler*
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Instalasi kelistrikan.

Instalasi kelistrikan meliputi pemasangan *motor compressor*, *motor fan cooler*, *motor water cooling*, *motor oil pump*, *sensor gas detector*, kelistrikan sensor, dan kelistrikan sistem komunikasi dari *joint box compressor* ke panel menggunakan sistem.



Gambar 10. Pemasangan kabel kontrol ke sistem komunikasi *modbus*
(Sumber : Dokumen Pribadi)

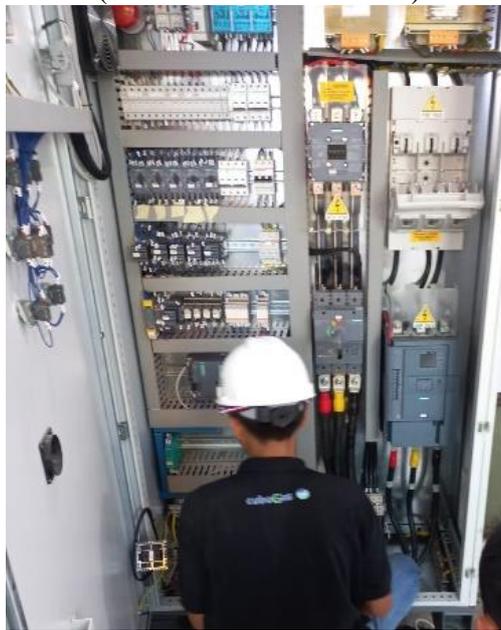
Pemasangan kabel pada *motor compressor*



Gambar 11. Pemasangan kabel pada *motor compressor*
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 12. Pemasangan kabel *oil heater*
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 13. Pemasangan kabel pada sisi kontrol panel
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Instalasi udara.

Udara bertekanan 8 bar diperlukan untuk menggerakkan *ball valve actuator* antarlain, inlet 2", outlet 1", dan 2 unit *ball valve blowdown* ukuran 1".



Gambar 14. *System Acturator Ball Valve*
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Instalasi pipa pengaman.

Instalasi pipa pengaman adalah untuk mengamankan seluruh buangan atau *gas vent* hasil buangan yang disengaja untuk di-*drain* ataupun yang tidak disengaja keluar akibat *over pressure* seperti buangan pada *pressure safety valve*, buangan pada *blow by crank case compressor*, dan pembuangan gas jika diperlukan untuk pengosongan sistem.

Prekomisioning.

Prekomisioning adalah aktivitas untuk melakukan pengujian terhadap seluruh sistem secara *independent* atau masing masing sub sistem untuk mengetahui terjadi kegagalan atau tidak. Yang termasuk *prekomisioning* antara lain, level oli pada kompresor, level air pada sistem pendingin, pendeteksi kesalahan pada putaran motor pompa, pendeteksi kesalahan aliran pada putaran *fan cooler*, kesesuaian putaran *motor compressor*, *set point* terhadap seluruh parameter apakah sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas mesin atau tidak, sistem pengaman bekerja atau tidak, pendeteksi kebocoran gas atau fluida pada sistem, dan pendeteksi apakah semua *system pneumatic* bekerja normal atau tidak. Pada saat *prekomisioning* inilah dilakukan penyempurnaan atau evaluasi jika terjadi kesalahan dan harus langsung diperbaiki. Pada saat *prekomisioning* dilakukan sinkronisasi antara sistem yang ada di *site* pemasangan dengan sistem komunikasi yang berada di *Cubogas Italy*.



Gambar 15. Test utilities terhadap sub system
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Komisioning.

Komisioning dilakukan dengan mengoperasikan seluruh sistem dengan operasi dan beban normal terhadap seluruh sistem kompresor dan sistem pendukungnya. Kegiatan ini meliputi *supply* listrik, prinsip kerja control panel, *gas supply*, gas yang keluar, sistem pending, sistem pelumasan, sistem pengaman dll.

Serah terima.

Serah terima dilakukan setelah seluruh pekerjaan selesai dan mesin telah beroperasi dengan normal sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan oleh pengguna dengan tetap memenuhi kaidah-kaidah keselamatan dan kesehatan kerja.

Berikut ini adalah hasil pengukuran seluruh parameter antara standar acuan atau *measuring range* dengan hasil pengukuran aktual oleh alat ukur yang digunakan.

Tabel 1. Hasil pengukuran aktula sesuai dengan standar acuan yang disyaratkan

Analog measured					
14	Inlet pressure	90 - 160 Psig	130	130	120
15	PI101 Suction Pressure	6 - 11 Bar	9,0	9,0	8,6
16	PI131 1st Stage Discharge Pressure	Max 50 Bar	38	38	34
17	PI132 2nd Stage Discharge Pressure	Max 100 Bar	56	58	58
18	PI140 3rd Stage Discharge Pressure	Max 255 Bar	100	136	170
19	PI141H Storage Pressure Delivery	Max 248 Bar	100	136	170
20	PI301 Oil Pressure	4 - 9 Bar	5	5	5
21	PI401 Water Pressure	1.5 - 5.5 Bar	4	4	4
Digital measured					
22	PT101 Suction Pressure	6 - 11 Bar	9,5	9,5	8,6
23	PT131 1st Stage Discharge Pressure	Max 50 Bar	37,0	37,0	33,0
24	PT132 2nd Stage Discharge Pressure	Max 100 Bar	55,0	58,0	57,0
25	PT140 3rd Stage Discharge Pressure	Max 255 Bar	100,0	136,0	170,0
26	PT141H Storage Pressure Delivery	248 Bar	100,0	136,0	170,0
27	PT301 Oil Pressure	4 - 9 Bar	5,3	5,3	5,3
28	PT401 Water Pressure	1.5 - 5.5 Bar	4,0	4,0	4,0
29	TE131 1st Stage Discharge Temp	Max 170 °C	125,0	127,0	122,0
30	TE132 2nd Stage Discharge Temp	Max 170 °C	78,0	78,0	82,0
31	TE133 3rd Stage Discharge Temp	Max 170 °C	70,0	88,0	97,0
32	TE135 Storage Temp Delivery	Max 65 °C	32,0	38,0	39,0
33	TE301 Oil Temp	Max 80 °C	52,0	50,0	51,0
34	TE401 Water Temp	Max 85 °C	45,0	45,0	46,0

KESIMPULAN

Dari hasil pelaksanaan tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa hal yang tersinkronasi antara lain pemilihan kompresor yang tidak sesuai dengan peruntukan, karena tipe tersebut seharusnya digunakan untuk aplikasi NGV dan bukan untuk keperluan industri, sehingga peneliti sebagai *service engineer* harus melakukan beberapa perubahan pada *wiring*, yakni kemampuan sumberdaya manusia dalam melakukan kajian kebutuhan, *design*, instalasi, kelemahan dalam koordinasi antarpihak yang berkepentingan, sehingga berdampak kepada pembengkakan biaya yang disebabkan oleh perubahan *design*, perubahan instalasi, perubahan beberapa konstruksi, serta terdapat tambahan pada pekerjaan sipil, pekerjaan *piping*, dan pekerjaan kelistrikan. Pembengkakan biaya tidak hanya dirasakan oleh pengguna akhir, tetapi juga memberikan dampak kepada para kontraktor dan pihak ketiga. Selain itu, meninjau dari aspek pemilihan mesin, pihak *supplier* tidak melakukan komunikasi intens dengan pembeli perihal teknik sehingga ketidakmampuan teknikal dari pengguna akan berdampak terhadap *delay* waktu pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashby, M. F. (2005). *Materials Selection in Engineering Design*. London: Elsevier.
- Dewanti, N. P. (2015). *Redesign of Dynamic Foundation CNG (Compressed Natural Gas) Genset of PLTMG (Gas Engine Power Plant) Bawean Island*. Surabaya: Civil Engineering Department, ITS.

- Keith, R. (2008). *Maintenance Engineering Handbook* (7th ed.). Tennessee: McGraw Hill.
- Srl, C. (2022, October 03). P&I Compressor P095 DB Indonesia. Piazza Santa Barbara, Italy: Cubogas.
- Widiastuti, A. M. (2011, April 29). Potensi Pengembangan CNG Darat (Terrestrial CNG) di Indonesia. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"*, 8.
- Jain, A. (2020). Compressed Natural Gas (CNG) as a Fuel for Vehicles: A Review. *Energy Reports*, 6, 289-296. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.12.001>
- Haryanto, B., & Kusnadi, B. (2021). Optimization of Gas Compression System Using Multi-Stage Compression Techniques. *International Journal of Energy Research*, 45(7), 982-995. <https://doi.org/10.1002/er.5772>
- Lee, J. H., & Park, M. H. (2022). Advancements in High-Pressure Gas Compressor Technologies. *Journal of Mechanical Engineering Science*, 236(3), 577-589. <https://doi.org/10.1177/09544062221101075>
- Zhang, Y., & Wang, X. (2023). Design and Performance Evaluation of Double Acting Piston Compressors for High-Pressure Applications. *Journal of Energy Resources Technology*, 145(4), 042102. <https://doi.org/10.1115/1.4054857>
- Akbarzadeh, A., & Gupta, R. (2020). Innovations in Compressed Natural Gas (CNG) Compression and Storage Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 123, 109740. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109740>