

PENGELOLAAN PERSEDIAAN MATERIAL VITAL OPERASI BERDASARKAN PENDEKATAN *AVERAGE DEMAND INTERVAL- COEFFICIENT OF VARIATION*

Fauzan Galank Sangadji¹, Andian Ari Istiningrum^{1*}, Nur Ardiansah¹

¹Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas
Jl. Gajah Mada No. 38 Mentul Karangboyo Cepu Blora Jawa Tengah, 58315

*E-mail: andian.istiningrum@esdm.go.id

ABSTRAK

Ketersediaan material operasi menjadi elemen penting dalam menjamin kelancaran kegiatan di sektor hulu migas yang penuh ketidakpastian. PT XYZ masih menghadapi tantangan berupa ketidakseimbangan persediaan, di mana kekurangan stok dapat menghentikan operasi, sedangkan kelebihan stok meningkatkan biaya penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola permintaan material serta merumuskan strategi pengendalian yang lebih efisien dan adaptif. Data yang digunakan berasal dari histori penggunaan material tahun 2023–2024 dengan metode *Average Demand Interval–Coefficient of Variation* (ADI–CV) untuk mengidentifikasi pola permintaan berdasarkan frekuensi dan variasi kebutuhan. Hasil analisis menunjukkan bahwa 97% material termasuk kategori *lumpy demand* dan 3% *erratic demand*, yang menandakan permintaan tidak teratur dan sulit diprediksi. Sebanyak 22 material vital ditemukan memiliki pola *lumpy demand* dengan nilai ekonomi tinggi dan pengaruh langsung terhadap keberlangsungan operasi. Untuk meningkatkan efisiensi, penelitian merekomendasikan penerapan metode *Exponential Smoothing* berbasis agregasi kontemporer–temporal (ES–C–T) bagi material *lumpy* serta model adaptif berbasis *machine learning* untuk material *erratic*. Pendekatan ini diharapkan mampu menekan risiko *shortage* maupun *overstock*, meningkatkan akurasi peramalan, serta memperkuat keandalan rantai pasok material vital di industri hulu migas.

Kata kunci: *Average Demand Interval, Coefficient of Variation, Persediaan material operasi, Vital*

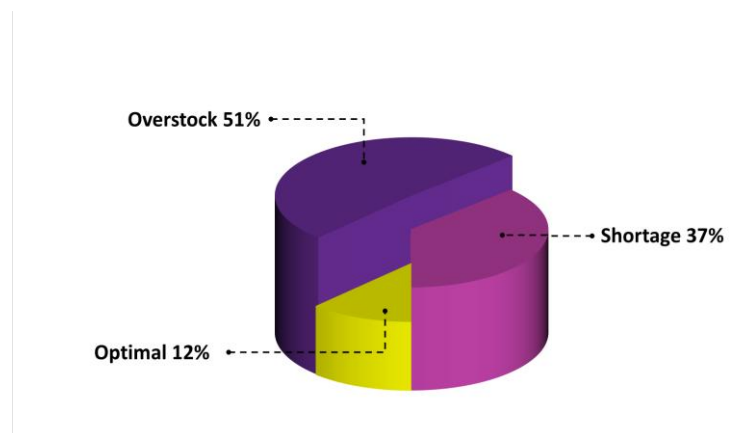
1. PENDAHULUAN

Industri hulu migas memegang peranan penting dalam menjaga keberlanjutan energi nasional. Seluruh kegiatan di sektor ini sangat bergantung pada ketersediaan material operasi yang berfungsi untuk memastikan aktivitas produksi berjalan tanpa hambatan [1]. Hulu migas sendiri meliputi rangkaian proses mulai dari eksplorasi, pengeboran, hingga produksi yang menjadi tulang punggung rantai pasok energi [2]. Pada tahap eksplorasi, perusahaan berupaya menemukan cadangan baru sebagai sumber energi masa depan. Sementara itu, kegiatan pengeboran dan produksi membuka jalan untuk mengekstraksi cadangan tersebut dari bawah permukaan bumi. Kompleksitas proses ini tidak jarang menimbulkan tantangan teknis dan geologis, sehingga memerlukan teknologi yang mutakhir serta tenaga ahli dengan keterampilan khusus.

Dalam menjalankan operasionalnya, perusahaan migas tidak hanya dituntut menyediakan teknologi dan sumber daya manusia, tetapi juga memastikan material selalu tersedia dalam kondisi yang andal. Hal ini menjadi sangat penting karena ketiadaan satu jenis material saja dapat mengganggu jalannya produksi secara keseluruhan. Oleh sebab itu, pengelolaan persediaan material merupakan salah satu pilar utama dalam menjaga kelancaran operasi di sektor hulu migas [3]. Dengan pengelolaan yang tepat, risiko gangguan produksi dapat diminimalkan, sementara efisiensi penggunaan sumber daya dapat tetap terjaga [4].

Tantangan dalam pengelolaan persediaan di industri ini cukup besar. Permintaan yang sering berubah-ubah, lamanya proses pengadaan, serta tingginya biaya penyimpanan membuat manajemen persediaan menjadi salah satu isu yang krusial [5]. Ketidakseimbangan stok dapat menimbulkan masalah serius. Kekurangan stok (*shortage*) berpotensi menghentikan kegiatan produksi, sedangkan kelebihan stok (*overstock*) menyebabkan biaya penyimpanan membengkak sekaligus menurunkan efektivitas penggunaan modal [6]. Dengan demikian, perusahaan harus mampu menemukan keseimbangan yang tepat agar operasional tetap terjaga tanpa membebani biaya.

Pada Gambar 1, kondisi permintaan material di PT XYZ selama periode 2023–2024 masih didominasi oleh kasus *overstock* dan *shortage*, sementara jumlah material yang berada pada kondisi optimal relatif lebih sedikit. Fakta ini memperkuat perlunya pendekatan analitis yang mampu membaca pola permintaan material dengan lebih cermat, sehingga kebijakan persediaan dapat ditetapkan sesuai dengan karakteristik masing-masing material.



Gambar 1. Kondisi Permintaan Material

Salah satu pendekatan yang terbukti efektif dalam situasi ini adalah metode *Average Demand Interval–Coefficient of Variation* (ADI-CV). Melalui metode ini, pola permintaan diklasifikasikan berdasarkan frekuensi dan variasi penggunaannya [6]. Hasil klasifikasi tersebut memungkinkan perusahaan membedakan mana material dengan pola permintaan stabil, mana yang tidak teratur, serta mana yang jarang digunakan. Dengan dasar tersebut, kebijakan persediaan dapat lebih adaptif dan tepat sasaran.

Sejumlah penelitian di Indonesia telah menggunakan metode klasifikasi persediaan berbasis *Activity Based Classification* (ABC), *Activity Based Classification - Vital Essential Desirable* (ABC-VED), sebagai alat bantu dalam pengendalian material. Contoh, studi di gudang suku cadang PT. Pupuk Kujang Cikampek menerapkan klasifikasi ABC untuk mengelompokkan *spare part* berdasarkan tingkat permintaan tahunan agar mempermudah pengelolaan persediaan. Metode ABC banyak digunakan untuk mengelompokkan material berdasarkan nilai konsumsi tahunan, sehingga mempermudah perusahaan dalam menentukan prioritas pengendalian persediaan [7]. Sementara itu, metode VED difokuskan pada tingkat kriticalitas material terhadap kelancaran operasi, terutama dalam industri yang sangat bergantung pada keandalan peralatan. Beberapa penelitian bahkan menggabungkan kedua pendekatan tersebut, yakni ABC-VED, untuk menyeimbangkan aspek nilai ekonomis dan pentingnya fungsi material dalam operasional perusahaan manufaktur maupun migas [8].

Namun, metode ABC dan ABC-VED tersebut masih mengandalkan aspek nilai konsumsi atau frekuensi pemakaian serta tingkat kekritisan material, sementara pola permintaan seperti interval antar permintaan dan variasinya antar periode jarang diperhitungkan secara sistematis.

Padahal, di sektor hulu migas, material sering kali memiliki pola permintaan yang tidak teratur: ada periode panjang tanpa permintaan, kemudian muncul permintaan besar secara tiba-tiba. Hal ini memunculkan kesenjangan penelitian berupa belum ada studi lokal yang menggabungkan klasifikasi material operasi berdasarkan pola permintaan melalui pendekatan ADI-CV dengan klasifikasi nilai dan kritikalitas. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mempertimbangkan pola permintaan material operasi sebagai indikator utama dalam klasifikasi, sehingga strategi pengendalian persediaan bisa lebih adaptif dibandingkan hanya menggunakan metode ABC atau VED.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi pola permintaan material operasi pada sektor hulu migas di PT XYZ dan menyusun strategi pengendalian persediaan yang sesuai dengan karakteristik permintaan. Lokasi penelitian berada di lingkungan operasi hulu migas yang sarat ketidakpastian, di mana ketersediaan material menjadi faktor kunci dalam menjaga kelancaran proses produksi. Data yang dianalisis berasal dari histori penggunaan material operation tahun 2023–2024, yang meliputi jumlah permintaan, frekuensi pemakaian, serta variasi kebutuhan [9].

Tahapan analisis dimulai dengan menghimpun data permintaan dari catatan gudang perusahaan yang terdokumentasi secara periodik. Data tersebut kemudian divalidasi untuk memastikan akurasi dan menghindari adanya duplikasi atau ketidaksesuaian pencatatan. Setelah data dianggap layak digunakan, dilakukan perhitungan menggunakan metode yang relevan, yaitu ADI-CV. Metode ini dipilih karena mampu menggambarkan pola permintaan yang bersifat tidak teratur, sehingga sesuai dengan karakteristik material pada industri migas yang sering kali termasuk kategori *slow moving items*.

Perhitungan pertama dilakukan terhadap *Average Demand Interval* (ADI), yaitu ukuran yang digunakan untuk mengetahui rata-rata interval antar permintaan material. Nilai ADI diperoleh dengan membagi jumlah periode pengamatan dengan jumlah periode yang memiliki permintaan lebih dari nol. Secara matematis, persamaan dituliskan sebagai berikut [10]:

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (1)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan *Coefficient of Variation* (CV), yaitu perbandingan kuadrat standar deviasi terhadap kuadrat rata-rata permintaan, yang digunakan untuk mengukur tingkat variasi permintaan material. Rumus yang digunakan [10]:

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{N}}}{\bar{\varepsilon}} \quad (2)$$

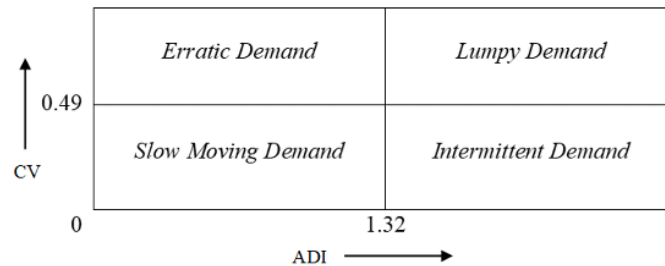
Nilai ε ditentukan menggunakan persamaan yang dirumuskan sebagai berikut.

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i}{N} \quad (3)$$

Pada Gambar 2 Berdasarkan nilai ADI dan CV, material dikelompokkan ke dalam empat kategori pola permintaan pada kategori *erratic*, *lumpy*, *slow moving*, atau *intermittent* [10].

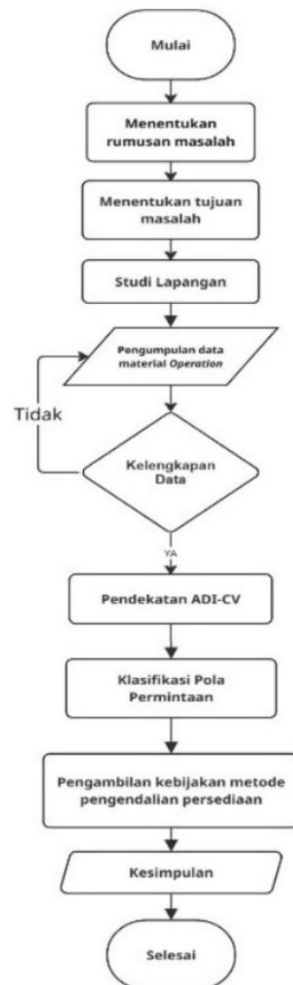
1. *Slow moving demand* ($ADI \leq 1,32$ dan $CV \leq 0,49$)

2. *Intermittent demand* ($ADI > 1,32$ dan $CV \leq 0,49$)
3. *Erratic demand* ($ADI \leq 1,32$ dan $CV > 0,49$)
4. *Lumpy demand* ($ADI > 1,32$ dan $CV > 0,49$)



Gambar 2. Klasifikasi ADI-CV

Berdasarkan perhitungan ADI-CV, setiap *spare part* dapat dipetakan pola kebutuhannya, apakah masuk kategori *erratic*, *lumpy*, *slow moving*, atau *intermittent*. Hasil pengelompokan ini sangat membantu perusahaan dalam menentukan strategi pengelolaan persediaan yang paling sesuai, sehingga keputusan terkait ketersediaan material dapat diambil dengan lebih tepat dan efisien. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai alur penelitian, maka ditampilkan diagram alir penelitian yang digunakan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flow Chart

3. PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data dengan metode ADI-CV memperlihatkan bahwa mayoritas material *operation* di PT XYZ masuk dalam kategori *lumpy* dan *erratic demand* [10]. Kondisi ini menunjukkan bahwa pola kebutuhan material tidak bersifat teratur serta cenderung berfluktuasi dari satu periode ke periode berikutnya. Ada kalanya permintaan tidak muncul sama sekali, tetapi ketika dibutuhkan jumlahnya relatif besar. Situasi ini mencerminkan karakter umum material operasi di sektor hulu migas yang penggunaan sehari-harinya jarang, namun tetap esensial saat aktivitas tertentu berlangsung.

Berdasarkan catatan permintaan material pada periode 2023–2024 yang bisa di lihat di Gambar 1, diketahui bahwa sekitar 37% material mengalami kekurangan stok (*shortage*), 51% berada pada kondisi kelebihan stok (*overstock*), dan hanya 12% yang dapat dikategorikan dalam kondisi optimal. Proporsi tersebut memperlihatkan bahwa manajemen persediaan saat ini masih menghadapi ketidakseimbangan yang cukup signifikan. Kekurangan stok jelas berisiko menghambat jalannya proses produksi, sedangkan kelebihan stok justru menimbulkan beban biaya penyimpanan yang besar sekaligus menurunkan efisiensi penggunaan modal perusahaan.

Klasifikasi material dilakukan dengan menggunakan metode analisis ADI-CV. Melalui pendekatan ini, pola permintaan setiap material dapat dipetakan secara lebih jelas. Sebelum perhitungan ADI-CV dapat dilakukan, terlebih dahulu dibutuhkan data riwayat pemakaian material dalam periode tertentu. Pada penelitian ini, data yang digunakan pada Tabel 1 berasal dari catatan penggunaan material mulai Januari 2023 hingga Desember 2024.

Tabel 1. Data Penggunaan Material

No	Deskripsi Material	Permintaan Bulan Ke-				Total	UoM
		1	2	...	24		
1	RAG, WIPING COTTON SEWED PKG 25KG/BAG	0	0	...	0	9	BAG
2	DESICANT, ACT ALU F-200 P/N C01-236-S03	0	0	...	1	2	PAC
3	DESICANT, MOL/S (MS-4A) P/N C01-236-S04	0	0	...	0	1	DR
4	ELEMENT, INLET AIR FILTER P/N K5710	0	0	...	0	3	EA
5	KIT, ELEMT FILTER PN H6218A PK-8001A/B	0	0	...	2	2	EA
6	ELEMENT, FILTER MDL GLPF-336-316L-R-M10	0	0	...	285	12	EA
7	FILTER,MPM,60X30,5M	30	45	...	0	2205	EA
8	FILTER,AIR,2914930000,ATLAS COPCO	0	0	...	10	3	EA
9	PAPER,330',LEAD ACETATE,CO0329,GALVANIC	0	0	...	0	125	EA
10	GAUGE,PRESS,4",316,1/2"NPT,0-300 PSIG	0	0	...	0	2	EA
11	GAUGE,PRESS,4",316,1/2"NPT,0-30 PSIG	0	0	...	0	6	EA
12	H2S,CALIBRATION GAS,25 PPM	0	0	...	1	1	BT
13	SERVICE,PAK,200 H,3002607210,ATLAS COPCO	0	0	...	0	5	SET
14	VALVE,GATE,3/4",FLANGED,CS,150#,RF,A105N	0	0	...	0	4	EA
15	VALVE,CHECK,1/4",SS-4C-1,SWAGELOK	0	0	...	0	2	EA
16	VALVE,PLUG,1/4",SS-4P4T,SWAGELOK	0	0	...	0	2	EA
17	CONNECTOR,FEMALE,1/4"X1/8"FNPT,SS-400-7-2	0	0	...	0	7	EA
18	CAP,TUBE,1/8",SS-200-C,SWAGELOK	0	0	...	0	2	EA
19	CONNECTOR,FEMALE,1/4X1/4NPT,2507-400-7-4	0	0	...	0	3	EA
20	MUD DAUBER,1/4"MNPT,SS-MD-4,SWAGELOK	0	0	...	0	3	EA
21	PLUG,TUBE,1/8",SS-200-P,SWAGELOK	0	0	...	0	2	EA
...		...	...	...	...	...	...
121	GASKET, SW 2" 600# ASME GRAPFILL SS316	0	0	...	0	3	EA

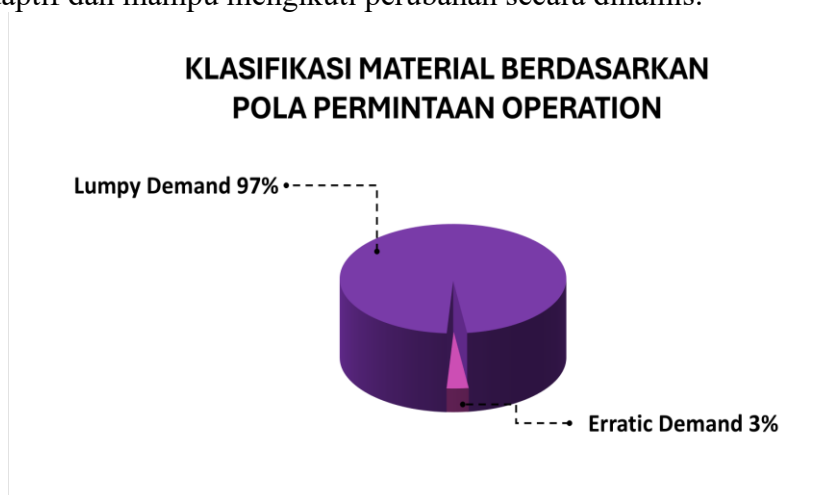
Setelah data penggunaan *spare part* pada Tabel 1 terkumpul, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan dengan metode ADI-CV. Nilai *Average Demand Interval* (ADI) diperoleh melalui persamaan yang membandingkan jumlah periode pengamatan dengan jumlah periode yang memiliki permintaan. Sementara itu, nilai *Coefficient of Variation* (CV) dihitung dengan persamaan yang menggunakan rasio standar deviasi terhadap rata-rata permintaan. Kedua perhitungan ini kemudian digabungkan untuk memberikan gambaran pola permintaan setiap *spare part*. Tabel 2 berikut disajikan rekapitulasi hasil penghitungan ADI-CV yang telah dilakukan terhadap 121 jenis *spare part* yang menjadi objek penelitian.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan ADI-CV

No	Deskripsi Material	ti	N	ADI	CV	Klasifikasi
1	RAG, WIPING COTTON SEWED PKG 25KG/BAG	21	4	5,25	1,81	Lumpy Demand
2	DESICANT, ACT ALU F-200 P/N C01-236-S03	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
3	DESICANT, MOL/S (MS-4A) P/N C01-236-S04	23	1	23	0,98	Lumpy Demand
4	ELEMENT, INLET AIR FILTER P/N K5710	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
5	KIT, ELEMT FILTER PN H6218A PK-8001A/B	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
6	ELEMENT, FILTER MDL GLPF-336-316L-R-M10	22	2	11	2,86	Lumpy Demand
7	FILTER,MPM,60X30,5M	10	14	0,714	11,44	Erratic Demand
8	FILTER,AIR,2914930000,ATLAS COPCO	22	2	11	1,24	Lumpy Demand
9	PAPER,330',LEAD ACETATE,CO0329,GALVANIC	16	8	2	3,49	Lumpy Demand
10	GAUGE,PRESS,4",316,1/2"NPT,0-300 PSIG	22	2	11	0,96	Lumpy Demand
11	GAUGE,PRESS,4",316,1/2"NPT,0-30 PSIG	21	3	7	1,66	Lumpy Demand
12	H2S,CALIBRATION GAS,25 PPM	23	1	23	0,98	Lumpy Demand
13	SERVICE,PAK,200 H,3002607210,ATLAS COPCO	20	4	5	1,09	Lumpy Demand
14	VALVE,GATE,3/4",FLANGED,CS,150#,RF,A105N	21	3	7	1,15	Lumpy Demand
15	VALVE,CHECK,1/4",SS-4C-1,SWAGELOK	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
16	VALVE,PLUG,1/4",SS-4P4T,SWAGELOK	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
17	CONNECTOR,FEMALE,1/4"X1/8"FNPT,SS-400-7-2	22	2	11	1,96	Lumpy Demand
18	CAP,TUBE,1/8",SS-200-C,SWAGELOK	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
19	CONNECTOR,FEMALE,1/4X1/4NPT,2507-400-7-4	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
20	MUD DAUBER,1/4"MNPT,SS-MD-4,SWAGELOK	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
21	PLUG,TUBE,1/8",SS-200-P,SWAGELOK	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
22	PLUG,HEX,HOLLOW,1/4"NPT,SS-4-HP,SWAGELOK	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
23	REDUCER,1/4"X1/2",SS-400-R-8,SWAGELOK	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
24	CONNECTOR,MALE,1/16"X1/16"NPT,SS-100-1-1	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
25	CONNECTOR,MALE,1/16"X1/4"NPT,SS-100-1-4	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
26	CONNECTOR,MALE,1/16"X1/8"NPT,SS-100-1-2	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
27	CONNECTOR,MALE,1/8"ODX1/8",SS-200-1-2RT	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
28	CONNECTOR,MALE,1/8"X1/16"NPT,SS-200-1-1	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
29	ELBOW,MALE,1/16"X1/8"NPT,SS-100-2-2,SWA	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
30	TEE,BRANCH,1/4"X1/4"X1/4",SS-400-3-4TTF	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
31	TEE,BRANCH,1/4"X1/4"X1/4",SS-400-3-4TTM	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
32	TEE,BRANCH,1/4"X1/4"X1/8",SS-400-3TTF	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
33	TEE,BRANCH,1/4"X1/4"X1/8"NPT,SS-400-3TTM	23	1	23	1,70	Lumpy Demand

34	TEE,BRANCH,1/8"X1/8"X1/4",SS-200-3-4TTM	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
35	TEE,BRANCH,1/8"X1/8"X1/8",SS-200-3TTF	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
36	TEE,BRANCH,1/8"X1/8"X1/8"NPT,SS-200-3TTM	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
37	TEE,BRANCH,3/16"X3/16"X1/8",SS-300-3TTM	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
38	FERULLE SET,1/16",SS-100-SET,SWAGELOK	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
39	TUBING,1/2"WT,0.035,SS-T8-S-065-6ME,SWAG	23	1	23	0,98	Lumpy Demand
40	TUBING,316SS,1/16",.020"SS-T1-S-020-6ME	23	1	23	0,98	Lumpy Demand
41	UNION,TEE,1/16" TUBE OD,SS-100-3,SWAGELOK	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
42	UNION,TEE,3/16" TUBE OD,SS-300-3,SWAGELOK	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
43	UNION,1/16" TUBE OD,SS-100-6,SWAGELOK	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
44	UNION,REDUCING,1/4"X1/16",SS-400-6-1,SWA	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
45	UNION,REDUCING,1/8"X1/16",SS-200-6-1,SWA	23	1	23	1,70	Lumpy Demand
46	VALVE, NEEDLE SCREWED FOR PANEL 1/4" T/E	23	1	23	1,38	Lumpy Demand
47	PERTAMINA,DEX,B0	23	1	23	69,22	Lumpy Demand
...	...	...	...	...	...	...
121	GASKET, SW 2" 600# ASME GRAPFILL SS316	23	1	23	1,70	Lumpy Demand

Melalui Tabel 2 klasifikasi ADI-CV kita bisa melihat material apa saja yang termasuk *lumpy* dan *erratic*, diperoleh data bahwa sebanyak 117 jenis material memiliki pola permintaan *lumpy* dari 121 material, sedangkan 4 material yang memiliki pola permintaan *erratic* dari 121 material, bisa di lihat dari Gambar 4 yang dimana untuk *lumpy demand* ada 97% lalu untuk *erratic demand* hanya 3% saja. PT XYZ dapat memperoleh gambaran yang lebih detail mengenai karakteristik permintaan material. Contohnya, material dengan pola *lumpy* ditandai oleh permintaan yang jarang muncul namun biasanya dalam jumlah besar, sehingga peramalannya harus dilakukan dengan pendekatan yang lebih cermat dan berhati-hati. Sementara itu, material yang masuk kategori *erratic* dicirikan oleh permintaan yang tidak menentu serta berfluktuasi tinggi, sehingga strategi pengelolaannya lebih cocok menggunakan metode peramalan yang adaptif dan mampu mengikuti perubahan secara dinamis.



Gambar 4. Pie Chart Klasifikasi ADI-CV

Selain itu, hasil penelitian ini juga mengungkapkan bahwa sebagian besar material termasuk dalam kelompok *slow moving items*. Hal ini berarti bahwa material tersebut tidak digunakan secara rutin di setiap periode, tetapi tetap harus tersedia karena perannya yang krusial dalam mendukung kelancaran operasi. Dengan karakteristik semacam ini, pengendalian per-

sediaan membutuhkan strategi yang berbeda dibandingkan material dengan pola permintaan yang lebih stabil. Penyesuaian ini sangat penting agar material yang jarang digunakan tetap terjamin ketersediaannya ketika dibutuhkan mendesak.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pola permintaan *lumpy* yang mendominasi hingga 97% material di PT XYZ membutuhkan strategi pengendalian yang berbeda dari material reguler. Berdasarkan *Inventory Control Theory*, pola permintaan yang jarang namun dalam jumlah besar lebih tepat dikelola melalui kebijakan *periodic review* yang dipadukan dengan metode peramalan khusus. Penelitian Erjiang et al. (2024) membuktikan bahwa model *Exponential Smoothing* berbasis agregasi kontemporer dan temporal (ES-C-T) mampu mengatasi ketidakpastian interval sekaligus variasi jumlah permintaan lumpy, sehingga perusahaan dapat mengurangi risiko *stockout* serta mengoptimalkan biaya penyimpanan.

Sementara itu, sekitar 3% material menunjukkan pola *erratic demand* yang ditandai dengan permintaan cukup sering muncul, tetapi sangat berfluktuasi. Menurut *Demand Forecasting and Adaptive Systems*, kondisi semacam ini memerlukan pendekatan berbasis data yang adaptif. Sejalan dengan itu, Jiang et al. (2017) mengembangkan model *adaptive data-driven forecasting* yang memanfaatkan algoritma *machine learning* seperti *Support Vector Regression* dan *Random Forests*, yang terbukti lebih efektif dalam menangkap ketidakpastian permintaan erratic. Oleh karena itu, implikasi penting bagi PT XYZ adalah perlunya transisi dari metode konvensional menuju sistem prediksi adaptif berbasis data agar strategi pengelolaan persediaan menjadi lebih responsif, efisien, dan sesuai dengan dinamika kebutuhan industri hulu migas.

Tabel 3 memperlihatkan hasil analisis terhadap material vital yang seluruhnya masuk dalam kategori *lumpy demand*, yaitu pola permintaan yang muncul tidak menentu, jarang terjadi, tetapi dalam jumlah besar saat dibutuhkan. Dari total 121 material, terdapat 22 jenis material vital yang memiliki karakteristik tersebut. Contohnya seperti *H₂S Calibration Gas*, *Triethylene Glycol*, *Therminol 55*, dan berbagai *Gasket Grapfill SS316* yang berfungsi penting dalam sistem proses dan keselamatan operasi. Material dengan pola *lumpy* biasanya tidak digunakan setiap periode, tetapi ketika dibutuhkan, keberadaannya menjadi sangat penting dan tidak bisa digantikan. Karena sifatnya yang jarang muncul namun sangat kritis, pengendalian stok material ini tidak bisa menggunakan metode standar seperti EOQ atau ROP biasa. Diperlukan pendekatan yang lebih adaptif, seperti *Exponential Smoothing agregasi Contemporer-Temporal* (ES-C-T) yang mampu memprediksi kebutuhan secara lebih realistis dan menekan risiko kekurangan stok. Dengan strategi ini, perusahaan dapat menjaga ketersediaan material penting tanpa harus menanggung beban biaya penyimpanan yang berlebihan.

Tabel 3. Analisa Critical Material

No	Material Description	Permintaan Bulan Ke-				Total	UoM	Klasifikasi	Critical material
		1	2	...	24				
1	RAG, WIPING COTTON SEWED PKG 25KG/BAG	0	0	...	0	9	BAG	Lumpy Demand	vital
2	KIT, ELEMT FILTER PN H6218A PK-8001A/B	0	0	...	2	2	EA	Lumpy Demand	vital
3	ELEMENT, FILTER MDL GLPF-336-316L-R-M10	0	0	...	285	12	EA	Lumpy Demand	vital
4	PAPER,330',LEAD ACETATE,CO0329,GALVANIC	0	0	...	0	125	EA	Lumpy Demand	vital
5	H2S,CALIBRATION GAS,25 PPM	0	0	...	1	1	BT	Lumpy Demand	vital
6	CALIBRATION GAS (GC ONLINE): NITRO,ETHAN	0	0	...	0	7	BT	Lumpy Demand	vital

7	CO2 CALIBRATION GAS STANDARD C02: 80 MOL	0	0	...	0	2	BT	Lumpy Demand	vital
8	GAS,MIXTURE,CALIBRATION,C2S	0	0	...	0	1	BT	Lumpy Demand	vital
9	SAG 7133 ANTIFOAM INJECT PKG HP&LP AGRU	0	1	...	0	25	DR	Lumpy Demand	vital
10	HCL 35% FOR DEMIN. WATER PKG 240KG/DRUM	1	0	...	2	8	DR	Lumpy Demand	vital
11	H2S CALIB GAS STAND (HYDRO SULPHI) 5 PPM	0	0	...	0	5	BT	Lumpy Demand	vital
12	H2S CALIB GAS STAND (HYDR SULPHI) 2.5 PP	0	0	...	4	3	BT	Lumpy Demand	vital
13	MUSICOOL MC 22, PROPANE FOR PROPANE SYST	0	0	...	5500	20000	KG	Lumpy Demand	vital
14	SEPP AMINE UNGU	0	0	...	136	280	DR	Lumpy Demand	vital
15	TRI ETHYLENE GLYCOL FOR TEG SYSTEM,200L	0	0	...	0	249	DR	Lumpy Demand	vital
16	THERMINOL 55, PRODUCT CODE 90020 EASTMAN	0	0	...	0	169	DR	Lumpy Demand	vital
17	THERMINOL 66, PRODUCT CODE 90025 EASTMAN	0	0	...	3	1	DR	Lumpy Demand	vital
18	GASKET,SW,1-1/2",150#,ASME GRAPFILLSS316	0	0	...	0	2	EA	Lumpy Demand	vital
19	GASKET,SW,2",150#,ASME GRAPFILL SS316	0	0	...	0	11	EA	Lumpy Demand	vital
20	GASKET, SW 6" 300# ASME GRAPFILL SS316	0	0	...	4	16	EA	Lumpy Demand	vital
21	GASKET, SW 8" 300# ASME GRAPFILL SS316	0	0	...	0	7	EA	Lumpy Demand	vital
22	GASKET, SW 2" 600# ASME GRAPFILL SS316	0	0	...	0	3	EA	Lumpy Demand	vital

4. SIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk memahami pola permintaan material operasi di PT XYZ dan mencari strategi pengendalian yang paling sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Berdasarkan analisis data historis tahun 2023–2024 menggunakan metode ADI-CV, ditemukan bahwa permintaan material di perusahaan masih sangat berfluktuasi dan sulit diprediksi. Hal ini menjadi penyebab utama terjadinya ketidakseimbangan stok, di mana sebagian besar material mengalami kelebihan atau kekurangan persediaan.

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa 97% material berada pada kategori lumpy demand dan hanya 3% yang termasuk *erratic demand*. Pola *lumpy* menunjukkan permintaan yang jarang muncul namun dalam volume besar, sementara pola *erratic* menggambarkan permintaan yang sering terjadi tapi tidak stabil jumlahnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu menyesuaikan cara pengendalian untuk setiap kelompok material agar tidak terjadi penumpukan barang maupun kekosongan yang menghambat produksi.

Analisis lebih lanjut pada material vital dalam Tabel 3 menunjukkan adanya 22 material penting yang bersifat lumpy dan memiliki dampak langsung terhadap keberlangsungan operasi, terutama pada area produksi, pengolahan gas, dan sistem keselamatan. Material seperti gas kalibrasi, cairan kimia, dan gasket khusus merupakan contoh material yang jarang dibutuhkan, tetapi harus tersedia setiap saat karena keterlambatan pengadaannya bisa menghentikan proses produksi. Dengan demikian, material yang termasuk kategori *lumpy-vital* perlu mendapat prioritas tinggi dalam sistem pengendalian persediaan.

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini merekomendasikan penggunaan metode ES-C-T untuk material *lumpy* dan pendekatan adaptif berbasis *machine learning* untuk material *erratic*. Kedua metode ini memungkinkan perusahaan melakukan prediksi yang lebih akurat serta menyesuaikan stok berdasarkan data nyata yang terus diperbarui. Penerapan sistem periodic review juga disarankan agar proses pemantauan stok lebih fleksibel dan bisa menyesuaikan dengan pola permintaan yang berubah-ubah.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mencapai tujuan untuk mengidentifikasi pola permintaan dan merumuskan strategi pengendalian yang lebih relevan dengan kondisi industri migas. Pendekatan ADI-CV terbukti efektif dalam memahami karakter permintaan material yang kompleks, sedangkan integrasi dengan metode forecasting adaptif dapat membantu perusahaan mengurangi risiko shortage dan overstock. Dengan strategi yang lebih tepat ini, pengelolaan persediaan diharapkan menjadi lebih efisien, biaya penyimpanan bisa ditekan, dan kelancaran operasi perusahaan dapat terjaga secara berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. A. All, J. I. Manajemen, and V. Vii, "Kurniawan At All 252 – 266 MIX: Jurnal Ilmiah Manajemen, Volume VII, No. 2, Juni 2017," pp. 252–266, 2017.
- [2] J. Craig and F. Quagliaroli, "The oil & gas upstream cycle : Exploration activity," vol. 00008, 2020.
- [3] G. Well, S. Activities, U. Monte, and C. Simulation, "Journal la multiapp," vol. 05, no. 03, pp. 285–301, 2024, doi: 10.37899/journallamultiapp.v5i3.1380.
- [4] D. M. Santoso and A. A. Istiningrum, "Pengendalian Persediaan dan Optimasi Biaya Persediaan Avtur dengan Economic Order Quantity," vol. 1, no. 2, pp. 56–66, 2023.
- [5] V. R. Tampubolon and D. Surjasa, "Pengaruh manajemen rantai pasok dan SDM terhadap kinerja pada perusahaan gas bumi The effect of supply chain management and HR on performance in natural gas companies," vol. 19, no. 3, pp. 603–613, 2022.
- [6] D. Caesarramzy, L. Andrawina, and M. D. Astuti, "KEBUTUHAN HARIAN DI BM PT XYZ UNTUK MENGURANGI TOTAL BIAYA PERSEDIAAN MENGGUNAKAN METODE PERIODIC REVIEW (R , s , S)," vol. 4, no. 2, pp. 107–118, 2017.
- [7] M. F. Rizqillah, F. Valentino, and R. Wahyudi, "E -ISSN : 2746-0835 Volume 5 No 4 (2024) JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri) PENERAPAN TATA LETAK GUDANG PT MFR DENGAN METODE ABC DAN 5S E -ISSN : 2746-0835 Volume 5 No 4 (2024) JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)," vol. 5, no. 4, pp. 504–512, 2024.
- [8] A. M. Saravanan, S. P. Anbuudayasankar, P. A. W. David, and M. S. Narassima, "Forecasting Techniques for Sales of Spare Parts," no. 3, pp. 27–30, 2019, doi: 10.35940/ijrte.C3863.098319.
- [9] C. Tasdemir and S. Hiziroglu, "International Journal of Production Economics Achieving cost efficiency through increased inventory leanness : Evidences from oriented strand board (OSB) industry," *Intern. J. Prod. Econ.*, vol. 208, no. February 2018, pp. 412–433, 2019, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.12.017.
- [10] Z. Neu, B. Hicks, J. Gopsill, B. Hicks, and J. Gopsill, "Operating minimally intelligent agent-based manufacturing systems across the Average demand Interval – coefficient of variation (ADI-CV) demand state space," *Prod. Manuf. Res.*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.1080/21693277.2024.2323479.